

**Genetische Einflüsse auf die Calcium- und Phosphor-
spiegel im Blutplasma von kalbenden Färsen**

Heinrich Tenhumberg

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
des Fachbereichs Tiermedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Tierzucht: Professor Dr.H.Kräußlich

GENETISCHE EINFLÜSSE AUF
DIE CALCIUM-UND PHOSPHOR-
SPIEGEL IM BLUTPLASMA VON
KALBENDEN FÄRSEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereiches Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-
Universität München

von
Heinrich Tenhumberg
aus
Alstätte

München 1977

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Tiermedizin der Universität

München

Dekan: Prof. Dr. H. Kräußlich

Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich

Korreferent: Prof. Dr. H. Erbersdobler

Tag der Promotion: 24. Februar 1978



<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung	3
2. Literatur	5
2.1. Calcium	5
2.1.1. Calcium-Stoffwechsel	5
2.1.2. Physiologische Calcium-Werte	7
2.2. Phosphor	8
2.2.1. Physiologische Phosphor-Werte	9
2.3. Einflüsse auf die Calcium- und Phosphor-Konzentrationen	10
2.3.1. Jahreszeit, Fütterung, Haltung	10
2.3.2. Alter und Rasse	13
2.3.3. Gravidität und Laktation	14
2.4. Perinatale Konzentrationsänderungen von Calcium und Phosphor und Gebärpause	15
2.4.1. Allgemein	15
2.4.2. Einfluß des Alters	19
2.4.3. Einfluß endokriner Regulationsgrößen und des Vitamin D	20
2.4.4. Einfluß von Jahreszeit und Fütterung	23
2.4.5. Einfluß der Leistung	25
2.4.6. Einfluß der Rasse	26
2.5. Genetische Einflüsse	28
3. Material und Methodik	31
3.1. Tiergut	31
3.2. Fütterung	32
3.2.1. Verwendete Futtermittel	32
3.3. Untersuchungsmethode	34

	Seite
4. Ergebnisse	37
4.1. Klinische Erkrankungen	37
4.2. Einfluß des Betriebes auf die Calcium- und anorganischen Phosphor-Spiegel	38
4.3. Einfluß der Jahreszeit	40
4.4. Einfluß der Vatertiere	42
4.4.1. Einfluß der Vatertiere auf den Calcium-Spiegel	42
4.4.2. Einfluß der Vatertiere auf den anorgani- schen Phosphor-Spiegel	48
4.4.3. Einfluß der Vatertiere auf das Ca/P- Verhältnis	52
4.4.4. Einfluß der Vatertiere auf die Korrelation zwischen Calcium und anorganischem Phosphor	56
4.5. Einfluß des Geburtsverlaufes	58
4.6. Einfluß des Puerperiums	60
4.7. Einfluß des Geschlechtes, des Gewichtes und des Lebenszustandes des Kalbes	60
4.8. Einfluß des Röhrbeinumfanges	61
4.9. Einfluß der Einsatzleistung	62
5. Diskussion	65
6. Zusammenfassung	69
7. Summary	71
8. Literaturverzeichnis	73

Genetische Einflüsse auf die Calcium- und Phosphorspiegel im Blutplasma von kalbenden Färsen.

1. Einleitung

Der wachsende Nahrungsbedarf der sich progressiv vermehrenden Weltbevölkerung hat an die Erzeugung von Nahrungsmitteln in quantitativer und qualitativer Hinsicht Forderungen gestellt, die nur in einer ständig sich höher entwickelnden Landwirtschaft sichergestellt werden konnten und können. Durch konsequente Einführung industrieller Produktionsformen bei Pflanzenanbau und Tierproduktion wurden auf der einen Seite eindeutige Fortschritte erzielt, gleichzeitig aber entstanden neue Probleme der zunehmend größeren Produktionseinheiten. Die Leistungssteigerung in den Nutztierbeständen mit Milchproduktion hat Stoffwechselerkrankungen zu einem Problem werden lassen.

Die Gebärpause zählt neben der Acetonämie und der Weidetetanie in den Ländern mit intensiver Milchviehhaltung zu den "wichtigsten und häufigsten Stoffwechselerkrankungen des Rindes" (S t ö b e r 1970). Der genetische Aspekt dieser Erkrankung gewinnt durch neuere Untersuchungen (D y r e n d a h l 1970/72; G l a w i s c h n i g 1975; G r a f und O s t e r k o r n 1976) zusehends

an Bedeutung. Die Gebärpause, die in 90 % der klinischen Fälle mit Hypokalzämie (D y r e n d a h l 1970) und Hypophosphorämie einhergeht, hat als Ursache meist eine Störung in der Regulation des Mineralstoffgleichgewichtes im Blut. Nach dem Kalben kommt es zu einer Erniedrigung der Blutwerte, da die Regelmechanismen nicht ausreichen, um die Spiegel durchgehend konstant zu halten. Diese Erniedrigung hängt von der Wirksamkeit dieser Regelmechanismen ab. Es soll in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, ob die Wirksamkeit solcher Regelmechanismen genetisch bedingt ist. Es wird damit noch nichts über die spätere Häufigkeit der Gebärpause ausgesagt.

Um die erbliche Komponente zu erkennen, wird das Verhalten der Blutspiegel von Calcium und anorganischem Phosphor im geburtsnahen Zeitraum bei den Töchtergruppen von 16 Bullen untersucht.

2. Literatur

2.1. Calcium

2.1.1. Calcium-Stoffwechsel

Je nach Alter und Tierart enthält der Tierkörper unterschiedliche Mengen an Calcium. Die Verteilung gibt die Tabelle 1 an.

Tabelle 1

Calciumverteilung im extrazellulären und intrazellulären Raum (n. H a r p e r 1975)

Calcium im Blutplasma	2.5 mMol/l = 10 mg/100 ml
davon als freie Ca^{++} -Ionen	46 %
an Protein gebunden	40 %
an organische Säuren gebunden	14 %
Calcium in der Zwischenzellflk.	1.25 mMol/l = 5 mg/100 ml
Calcium in der Zelle (Skelett- muskel)	1 mMol/l = 4 mg/100 ml

99 % des Calcium sind im Skelett und in den Zähnen abgelagert; der übrige Teil befindet sich in der Körperflüssigkeit. Das Blutplasma enthält etwa 8 - 12 mg/100 ml, in der interstitiellen Flüssigkeit liegt die Konzentration etwa 50 % niedriger.

Das Plasmacalcium ist zur Hälfte an Eiweiß gebunden, und zur anderen Hälfte liegt es in Form von freien Calciumionen und zum geringen Teil als löslicher Citrat-Komplex vor (W i e s n e r 1970).

Die physiologisch aktive Form stellen die Calciumionen dar, welche bei der Aufrechterhaltung der neuromuskulären Erregbarkeit, bei der Muskelkontraktion, bei der Regelung der Permeabilität der Kapillaren und bei der Blutgerinnung von Bedeutung sind.

Die Resorption des Calcium erfolgt hauptsächlich in der Dünndarmschleimhaut durch aktiven Transport. Die Regulation des Calciumstoffwechsels geschieht durch Verschiebung des Calciums zwischen extra- und intracellulärem Raum (B o r l e 1974). Diese Vorgänge werden vor allem im Knochen, im Darm und in der Niere reguliert. Parathormon, Calcitonin und Calciferol (Vitamin D) sind die wichtigsten Regulatoren des Calciumstoffwechsels. Glucocorticoide und Östrogene haben eine weniger große Bedeutung oder ihre Funktion ist noch ungenügend geklärt (A n d e r s o n et. al. 1973; H o f f m a n et al. 1973). Die Bedeutung des Parathormon für die Calciumhomöostase liegt vor allem darin, daß es über eine vermehrte Knochenresorption, eine vermehrte tubuläre Rückresorption in den Nieren und eine vermehrte Absorption von Calcium im Darm

direkt oder über eine Stimulierung der Bildung von 1,2,5- Dihydroxycholecalciferol die Serumcalciumkonzentration hebt (B o r l e 1973). Antagonistisch zum Parathormon wirkt das ebenfalls in den Nebenschilddrüsen gebildete Calcitonin. Vor allem durch den Anstieg der Serumcalciumkonzentration wird es vermehrt freigesetzt (B e l l (1970). Exogen appliziertes Calcitonin führt bei der Kuh zu einer Hypokalzämie über eine Hemmung der Mobilisierung von Calcium aus dem Knochen (H i r s c h und M u n s o n 1969). Die physiologische Bedeutung der Calciferole besteht in der Aktivierung der Calciumreserven und in einer Förderung der Verkalkungsvorgänge am Knochen, was dadurch indirekt zu einer Erhöhung der Calciumresorption führt (H o l i c k und D e L u c a 1974).

2.1.2. Physiologische Calcium-Werte

In der Literatur werden unterschiedliche physiologische Blutserum-Calcium-Werte beim Rind genannt.

Tabelle 2

Blutserumwerte von Calcium bei verschiedenen Autoren

Autor	Calcium: mg/100 ml
Bär und Seidel 1970	9.70 ± 0.79
Amrousi/Hoffmann 1970	10.54 ± 0.22
Wiesner 1970	9 - 12
Bostedt 1972	9.42 ± 0.59
Keller et al. 1972	11.08 ± 0.67

Schon diese wenigen Literaturangaben zeigen, wie sehr die Normalwerte für Calcium Schwankungen aufweisen, die zum Teil durch das untersuchte Tiermaterial und zum anderen sicherlich auch durch die unterschiedlichen Meßmethoden bedingt sind (B ä r und S e i d e l 1970; R a u 1973).

2.2. Phosphor

Der tierische Körper enthält etwa 0.8 - 1 % Phosphor in Form von anorganischem Phosphat. 75 - 80 % des Phosphors sind in Skelett und Zähnen zusammen mit Calcium vorwiegend als Apatit lokalisiert. Der

übrige Phosphor ist intracellulär an organischen Substanzen wie Eiweiß, Nucleinsäuren, Phosphatiden und energiereichen Verbindungen gebunden (W i e s n e r 1970). Als Phosphation ist Phosphor im Blutserum in einer Menge von ca. 3 - 8 mg/100 ml vorhanden (K o l b 1971). Wie bei Calcium ist auch für Phosphor die Resorption von zahlreichen inneren und äußeren Faktoren abhängig. Die endokrine Beeinflussung des Phosphors ist ähnlich wie für Calcium: Parathormon fördert die Resorption im Dünndarm und fördert auch die Mobilisierung in den Knochen und senkt die Nierenschwelle für Phosphor, indem es dessen Rückresorption in den Tubuli hemmt. Thyreocalcitonin vermindert die Aktivität und Zahl der Osteoklasten und begünstigt ebenfalls die Ausscheidung von Phosphor über die Nieren. Vitamin D wirkt bezüglich der Resorption gleich dem Parathormon, bei dem Einbau in den Knochen besteht ein Antagonismus.

2.2.1. Physiologische Phosphorwerte

Noch stärker als bei Calcium schwanken die Phosphor-Angaben der verschiedenen Autoren. L i g e o i s , D e r i v a u x und H e n n a u x (1948) unter-

suchten 81 Rinder und wiesen nach, daß die Schwankungen bei den Phosphorwerten auch bei gleichem Tiermaterial höher liegen als bei Calcium. Als Hauptursache stellen diese das Alter hin. Ihre Angaben liegen zwischen 4.5 mg/100 ml und 8.5 mg/100 ml

Tabelle 3

Blutserumwerte für anorganischen Phosphor bei verschiedenen Autoren

Autor	Phosphor mg/100 ml
Ligeois et al. 1948	4.5 - 8.5
Schmid 1963	5.72 $\pm$ 0.81
Butendieck 1965	5.97 $\pm$ 1.09
Amrousi und Hoffmann 1970	4.28 $\pm$ 0.17
Keller et al. 1972	5.56 $\pm$ 1.56
Bostedt 1973	4.53 $\pm$ 1.45
Fau 1973	6.02 $\pm$ 0.82

2.3. Einflüsse auf die Calcium- und Phosphor-Konzentrationen im Serum

2.3.1. Jahreszeit, Fütterung, Haltung

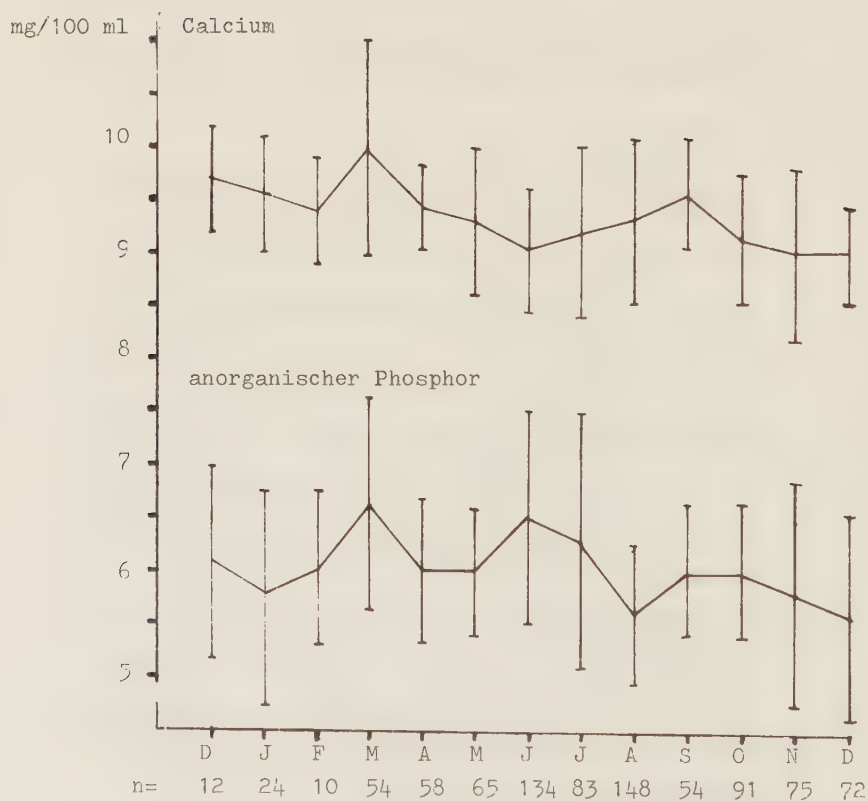
Umfangreiche Untersuchungen zeigen, daß Calcium- und Phosphorgehalt im Serum jahreszeitlichen

Schwankungen unterworfen sind. S h i r l e y et al.(1968) stellen bei Kühen im März einen Calciumgehalt von 9,8 mg/100 ml und im September 11,3 mg/100 ml fest.

Bei einer Gegenüberstellung der Befunde von Sommer und Winter innerhalb des gleichen Trächtigkeitsstadiums wird eine wesentlich niedrigere Konzentration von Calcium und Phosphor im Winter festgestellt. A m r o u s i und H o f f m a n n (1970) haben diese Beobachtung auch statistisch gesichert. Der Abfall des Phosphor-Spiegels im zweiten Jahresdrittel wird von U n s e l m und F l o c k (1967) mit dem Weidegang der Tiere in Verbindung gebracht. B u t e n d i e c k (1965) stellt bei Rindern ein Phosphormaximum zu Anfang der Stallperiode fest. Der jahreszeitliche Einfluß ist wohl weitgehend auf die Unterschiede in der Fütterung zurückzuführen, da sie in der Mehrzahl der Betriebe eng mit der jahreszeitlichen Vegetation verbunden ist. In einer neueren Untersuchung stellt R a u (1973) ebenfalls jahreszeitliche Schwankungen fest, obwohl das untersuchte Tiermaterial in gleicher Umwelt und Haltung eine ausgewogene Fütterung erhielt.

Abbildung 1:

Jahreszeitlicher Verlauf der Calcium- und Phosphat-
werte nach R a u (1973)



2.5.2. Alter und Rasse

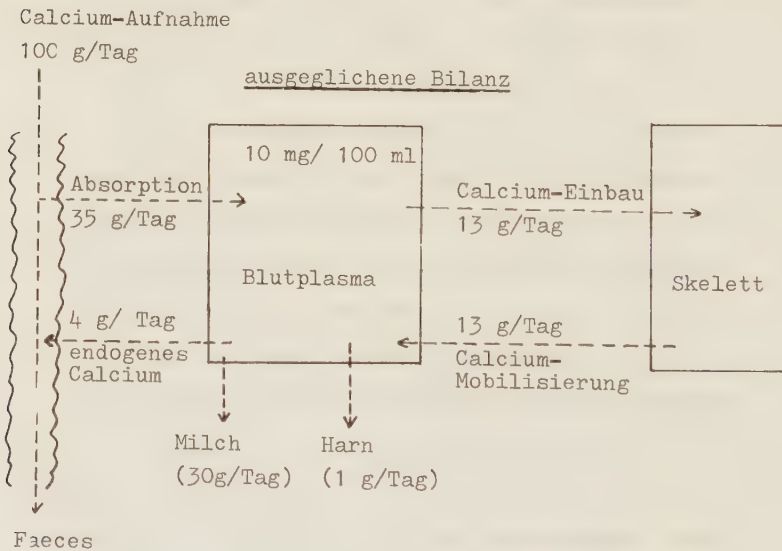
Nach P a y n e und L e e c h (1964);
U n s e l m und F l o c k (1967) und
L a u n e r (1967) haben ältere Tiere einen
niedrigeren Calcium- und Phosphat-Gehalt im
Blutserum als Kälber oder Jungrinder. Nach
S t ö b e r (1970) nimmt die Fähigkeit, das
mit der Nahrung zugeführte Calcium auszunutzen,
bei erwachsenen Rindern mit fortschreitendem
Alter allmählich ab. Danach beträgt die wahre
Verdaulichkeit bei zweijährigen Tieren ca. 36 %,
bei alten Kühen nur noch 22 %. A m r o u s i und
H o f f m a n n (1970); G ü r t l e r (1964)
und R a u (1973) können für Calcium keine Al-
tersabhängigkeit feststellen. Vielmehr sind Tie-
re aller Altersstufen in der Lage, außer in der
Geburts- und Puerperalphase, einen gleichbleibenden
Blutspiegel zu halten. Für Phosphat stellt R a u
(1973) einen gewissen Alterseinfluß in Form von
kontinuierlicher Wertabnahme fest, wie dies auch
von U n s e l m und F l o c k (1967) und
P a y n e und L e e c h (1964) beschrieben wird.
Über Rassenunterschiede im Calcium- und Phosphat-
blutspiegel liegen noch keine gesicherten Erkennt-
nisse vor.

2.3.3. Gravidität und Laktation

Durch die Abgabe von Calcium und Phosphat an die Milch und später an den sich entwickelnden Fötus ist der Mineralstoffwechsel der Milchkuh erheblichen Belastungen ausgesetzt.

Abbildung 2

Übersicht über den Calcium-Stoffwechsel einer Milchkuh
(nach Boehncke 1977)



65 g nichtabsorbiertes + 4 g endogenes Calcium = 69 g/ Tag

R a u (1973) registriert für Calcium und Phosphor einen deutlichen, allmählichen Anstieg der Serumwerte vom Zeitpunkt der Geburt an bis zum Trockenstellen der Tiere. Nur bei hochlaktierenden Kühen stellen P a y n e und L e e c h (1964) eine Abnahme des Blutserum-Phosphor-Spiegels fest; während der übrigen Zeit stellen sie wie U n s e l m und F l o c k (1967) keine Veränderungen fest.

2.4. Geburtsbedingte Konzentrationsänderungen von Calcium und Phosphor und Gebärpause

2.4.1. Allgemein

Der Calcium-Gehalt des Blutes schwankt beim Rind innerhalb bestimmter Grenzen. Er ist abhängig vom Tagesrhythmus, Alter, Laktations-, Zyklus- und Graviditätsstadien und von Fütterungs- und Haltingsbedingungen. In der Zeit um die Geburt besteht beim Rind eine besondere, kritische Phase im Calcium- und Phosphor-Stoffwechsel. Hier kommt es zu einem vorübergehenden, signifikanten Abfall des Calcium-Serumspiegels von 11 - 9 mg/100 ml auf Werte zwi-

schen 9 - 7 mg/100 ml (B o s t e d t 1973).

Diese Erscheinung wird auch als "physiologische Hypokalzämie" (B r o n s c h 1969 und S t ö b e r 1970) bezeichnet. Parallel dazu sinkt der Phosphorgehalt im Blut von 7 - 5 mg/100 ml auf 5 - 3 mg/100 ml (S t ö b e r 1970).

Diese physiologische Hypokalzämie um die Geburt ist normalerweise vorübergehend und dauert nur wenige Stunden. Das bedeutet, daß der Mineralstoffwechsel der Kuh sich schnell einstellt. Der plötzlich erhöhte Calcium-Bedarf kann nicht sofort durch erhöhte Resorption von Calcium aus dem Verdauungstrakt gedeckt werden. Daher müssen Reserven aus dem Skelett mobilisiert werden, bis nach ca. zwei Wochen zudem eine Zunahme der Verwertbarkeit von Calcium aus der Nahrung folgt (P a y n e 1970). Versagen jedoch die das Elektrolytgleichgewicht regulierenden Mechanismen bzw. setzt ihre volle Funktion nicht nach einem bestimmten Zeitraum ein, so sinkt der Calcium- und verschiedentlich auch der Phosphor-Wert unter die Normgrenze ab. Das sich daraus ergebende Krankheitsbild, das "eine im zeitlichen und ursächlichen Zusammenhang mit dem Laktationsbeginn einsetzende, meist perakut bis akut verlaufende Störung des Mineralhaushaltes ist, die durch eine oft bis zum Festliegen

fortschreitende Lähmung der quergestreiften und glatten Muskulatur, Kreislaufschwäche, sowie zunehmende Trübung des Bewußtseins gekennzeichnet ist" (S t ö b e r 1970), hat viele Namen, die ihre über lange Zeit unklare Ätiologie wieder spiegeln:

Milch- oder Kalbepidemie, Gebärfieber, Gebärkoma, Festliegen, Gebärpapese, Hypokalzämie, parturient paresis. Das Leiden ist in Europa schon lange bekannt und seine Symptome werden schon von E b e r h a r d (1973) beschrieben. Über die Ätiologie herrschte lange Unklarheit. S c h m i d t (1897) stellt überraschend fest, daß durch Einpumpen von Kaliumjodid in die Milchdrüse eine Heilung zustande kommt. Die Vermutung, daß die Gebärpapese auf einem Calcium-Mangel beruht, und durch Infusion von Calciumchlorid zu behandeln sei, wird zuerst von B l e r d i n g e r (1917) geäußert. Diese Ansicht verfestigt sich durch Arbeiten von D r y e r r e und G r e i g (1928) sowie von L i t t l e und W r i g h t (1925), welche bei an Gebärpapese erkrankten Tieren erniedrigte Calcium-Werte finden. C a r l s t r ö m (1961) gibt für die typische Form der Gebärpapese Calciumwerte von 2.5 - 7.9 mg/100 ml an, B o s t e d t (1973) für

Calcium 5.48 ± 1.75 und R o i n e et al. (1973) 4.9 ± 1.3 mg/100 ml. D y r e n d a h l (1970) stellt fest, daß die Gebärparese in 90 % der klinischen Fälle auf einer Hypokalzämie beruht.

S j o l l e m a (1933) zieht als erster zusätzlich zu Calcium den Mangel an anorganischem Phosphor für die Gebärparese in Betracht. H a l l g r e e n (1962) bestätigt dies in seinen Untersuchungen, findet aber bei Tieren mit stark erniedrigten Serumphosphatwerten nicht die typischen Gebärparesesympptome wie Somnolenz, Festliegen und Fraßunlust und nennt die Krankheit "Atypische Gebärparese".

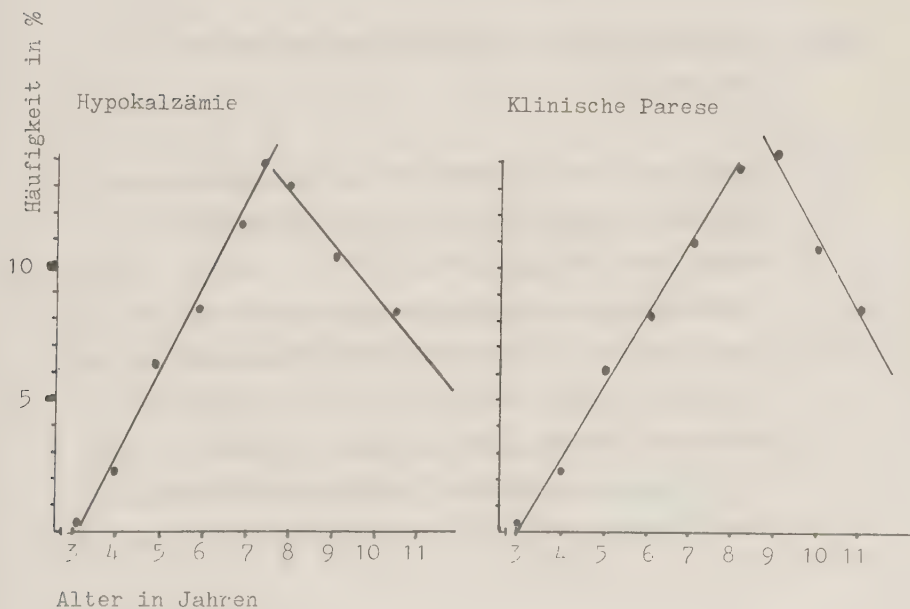
Auch H o f f m a n n (1971) beschreibt ein Festliegen mit freiem Sensorium (Downer Cow Syndrom), welches kurz vor und nach der Geburt auftreten kann. Im Gegensatz zur hypokalzämischen Gebärparese ist der Calcium-Spiegel nicht oder nur geringfügig erniedrigt. R o i n e et al. (1973) finden bei ihren Untersuchungen, daß somnolente Kühe und solche in Seitenlage die niedrigsten Calcium-Werte zeigen ($P < 0.001$), und daß die Phosphorwerte bei festliegenden Kühen mit Bewußtseinstrübung signifikant niedriger sind als bei solchen, die noch stehen können.

2.4.2. Einfluß des Alters

Während bei Färsen die Gebärpause praktisch nie beobachtet wird, nimmt die Frequenz der Erkrankungen mit dem Alter der Tiere bzw. mit der Zahl der Abkalbungen bis zum 9. Kalb zu (S t ö b e r 1970; D y r e n d a h l 1970).

Abbildung 3

Häufigkeit von Hypokalzämie und klinischer Parese in verschiedenen Altersgruppen (nach D y r e n d a h l 1970).



Neben der Altersabhängigkeit stellt D y r e n d a h l (1970) eine Häufigkeit der Erkrankung von 5.1 % aller untersuchten Tiere bei einem Durchschnittsalter von 5.1 Jahren fest. M o o d i e , M a r r und R o b e r t s o n (1955) finden bei 93 Hypokalzämieerkrankungen nur zwei Erkrankungen, die vor dem dritten Abkalben liegen. H e n d e r s o n (1938) beobachtet bei 230 Färsenabkalbungen kein MilCHFieber. Nach J ö n s s o n (1960) und O s i n g a (1965) nimmt mit der Anzahl der Abkalbungen bis zur 9. Geburt die Häufigkeit des Auftretens der Gebärparese zu.

2.4.3. Einfluß endokriner Regulationsgrößen und des Vitamin D

Parathormon, Thyreocalcitonin und Cholecalciferol (Vitamin D) sind die wichtigsten Regulatoren des Calcium-Stoffwechsels. D r y e r r e und G r e i g (1925) bringen erstmals die Ätiologie der Gebärparese mit einem möglichen Parathormonmangel in Verbindung. B o d a und C o l e (1954) können eine Beziehung zwischen Calcium-Menge im Futter und dem Auftreten der Gebärparese aufzeigen. Untersuchungen, vor allem bei der Ratte, weisen darauf hin, daß hohe

Calcium-Mengen im Futter zu einer Atrophie, Calcium-Mangel und Phosphat-Überschuß dagegen (C l a r c und R i v e r a - C o r d e r o 1974) zu einer Hyperplasie der Nebenschilddrüse führen. Mit licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen (C a p e n und Y o u n g 1967; J ö n s s o n 1960) kann gezeigt werden, daß eine vermehrte Hormonsynthese und Sekretion bei Gebärpause stattfindet. Eine vermehrte Parathormon-freisetzung kann nach Beginn einer Hypokalzämie schon nach Sekunden festgestellt werden (B l u m et al. 1974 b), was aber nicht unbedingt einen nachfolgenden Anstieg des Calcium-Spiegels bewirkt. B l u m et al. 1974 b) vermuten daher eine sigmoide Beziehung zwischen Konzentration von Calcium und Parathormon im Serum. Eindeutig geklärt ist aber die Bedeutung des Parathormons für die Calcium- und Phosphor-Homöostase bei der Kuh und hier besonders für die Entstehung der Gebärpause noch nicht. Auch Calcitonin soll ein gewisser Anteil für das Entstehen der Gebärpause zukommen. Eine erhöhte Calcitonin-Konzentration im Serum im Verhältnis zur Serum-Calcium-Konzentration (B l a c k und C a p e n 1973) und eine Zunahme der Calcitonin-Konzentration ein bis drei Tage vor der Geburt, verbunden mit einem Abfall der Serum-Calcium-Konzentra-

tion (L i t t l e d i k e et al. 1971), ist als Ursache für Hypokalzämie angenommen worden. Eine hohe Calcium-Zufuhr in der Nahrung führt zu einem Anstieg des Serum-Calcium-Spiegels und zu einer vermehrten Synthese und Sekretion von Calcitonin (B l a c k et al. 1973). Möglicherweise hat die vermehrte Freisetzung von Calcitonin unter dem Anstieg des Serum-Calcium-Spiegels eine Bedeutung für die Entstehung von Gebärpause, da der Knochenabbau und damit die Freisetzung von Calcium aus dem Knochen unter den Einfluß von Parathormon durch Calcitonin gehemmt wird. Eine niedrigere, alimentäre Calcium-Zufuhr vor der Geburt verringert den Calcitonin-spiegel in den Schilddrüsen von Kühen und die Anfälligkeit für Gebärpause (Y o u n g et al. 1970).

Daß aber Gebärpause infolge einer plötzlichen Ausschüttung von Calcitonin entsteht, ist wenig wahrscheinlich, da exogen zugeführtes Calcitonin bei der Kuh (M a y e r 1970) mit zunehmendem Alter weniger hypokalzämisch wirkt, während die Häufigkeit der Gebärpause zunimmt (D y r e n d a h l et al. 1972). Nach M a y e r et al. (1969) ist ein Mangel an Vitamin D als Ursache der Gebärpause unwahrscheinlich. Doch ist die Beeinflussung des Vitamin D-Stoffwechsels durch die Calcium-Zufuhr im Futter

über Veränderungen der Serum-Calcium-Konzentration und durch das Parathormon im Serum denkbar.

2.4.4. Einfluß von Jahreszeit und Fütterung

Einige Autoren (H o f f m a n n und L a n z 1962; M ä k a l a 1963; B r o n c h a r d 1964; E h g a r t n e r 1966) beobachteten im Winterhalbjahr ein gehäuftes Auftreten der Hypokalzämie und einige andere (J ö n s s o n 1960; O s i n g a 1965) beobachteten dies während der Sommermonate mit und ohne Weidegang. Die Hauptursache für ihre Ergebnisse sehen alle Untersucher wohl in der mangelhaften quantitativen und qualitativen Futterzusammenstellung für den Zeitraum der besonderen Anfälligkeit für Gebärparese. Hinzu kommen als Ursache die durch geographische und klimatische Umstände beeinflussten Haltungsformen, und daraus folgen unterschiedliche Abkalberhythmen mit ihren zeitlichen Schwerpunkten (J ö n s s o n 1960; S i m e s e n 1974). Kühe und Schafe, denen man über lange Zeit große Calcium-Mengen verabreicht hat, zeigen eine verminderte Fähigkeit, Calcium zu mobilisieren (B l a c k et al. 1973). Kühe mit hoher Calcium-Zufuhr und solche mit Gebärparese zeigen im Gegensatz zu calciumarm ernährten Tieren einen ver-

minderten Knochenumbau, scheinen also nur in einem verminderten Maß Calcium aus den Knochen mobilisieren zu können. S t ö b e r (1970) empfiehlt gegen Ende der Trächtigkeit eine calciumarme und mehr phosphatbetonte Fütterung, um so die Nebenschilddrüsen zu aktivieren und den Anteil leicht löslicher Calciumreserven im Knochen zu erhöhen. Die Bedeutung der Phosphatmenge im Futter ist wenig untersucht, die des Ca/P-Verhältnis im Futter ist nicht einheitlich geklärt. Wichtig scheint einer die absolute Menge von Calcium und Phosphat zu sein (B l u m 1974 a). Der Säuregrad des Futters hat einen wesentlichen Einfluß auf die Calcium-Resorption (E n d e r und D i s h i n g t o n 1970). Die durch saures Futter hervorgerufene metabolische Acidose ist Ursache einer vermehrten Calciummobilisierung im Skelett (V a g g und P a y n e 1970). Eine prophylaktische Verabreichung von sauren Futterrationalien (z.B. mit Ammoniumchlorid) ist aber nur bei ausreichendem Calcium-Angebot sinnvoll (E n d e r und D i s h i n g t o n 1970). Appetitlosigkeit und verminderte rumino-intestinale Motilität sind bekannte Merkmale bei der Geburt von Kühen. Die Wichtigkeit des funktionellen Zustandes des Verdauungsapparates für die Entstehung von Hypokalzämie kann experimentell nachgewiesen werden:

einer Pansenatonie, ausgelöst durch Hyoscingaben, folgt in wenigen Stunden die hypokalzämische Parese (M o o d i e und R o b e r t s o n 1962). Hungernde, laktierende Kühe können innerhalb von ein bis zwei Tagen hypokalzämisch werden (H a l s e 1958). Die Pansenmotorik ist noch Wochen nach der Geburt vermindert (S o m m e r et al. 1973). Nach Schweregeburten, nach denen oft die Futteraufnahme herabgesetzt ist, stellt B o s t e d t (1974) eine ausgeprägtere Hypokalzämie als nach normalen Geburten fest. Grundsätzlich wird bei diesen Befunden deutlich, daß diese Kühe aufgrund der reduzierten Futteraufnahme hypokalzämisch werden.

2.4.5. Einfluß der Leistung

Bei einer Milchleistung von 20 l täglich werden der Kuh etwa 20 - 30 g Calcium über das Euter entzogen, während gegen Ende der Trächtigkeit für den sich entwickelnden Fötus über die Placenta etwa 4 g/Tag verbraucht werden (S t ö b e r 1970). Die durch Graviditätsende und Laktationsbeginn ausgelöste Umstellung ist daher gerade bei Hochleistungstieren mit erheblichen Belastungen des Mineralstoffwechsels verbunden, die neben der enteralen Resorption eine vermehrte Mobilisierung der Calcium-Reserven des Skeletts notwendig machen.

Ausgesprochene Fleischrassen erkranken fast nie an Milchfieber (L a r v o r et al. 1961). 1940 stellt H a l l g r e e n fest, daß in Gebieten mit vielen Milchfieberfällen die durchschnittliche Milchleistung höher ist. P a y n e (1960) und O s i n g a (1965) stellen eine positive Beziehung zwischen hoher Milchleistung und Gebärparesehäufigkeit fest. Insgesamt war die Milchleistung bei paretischen Kühen signifikant ($P < 0.01$) höher. Auch B l o o d und H e n d e r s o n (1968) bezeichnen die Gebärparese als eine Krankheit der Hochleistungstiere. Doch die Beziehung zwischen Gesamtmilchleistung und der Häufigkeit der Hypokalzämie bleibt unklar. G r a v e r t und S c h r ö d e r (1972) finden keine Beziehung zwischen diesen Parametern. Auch C u r t i s et al. (1970); R a u (1973) und G r a f und O s t e r k o r n (1976) können trotz Beobachtung der Tiere über mehrere Laktationen keine eindeutige Korrelation zwischen Milchleistung und Hypokalzämie feststellen.

2.4.6. Einfluß der Rasse

Die Selektion auf höhere Leistung für Milchmenge und MilCHFett hat zu einer größeren Anfälligkeit gegen

Stoffwechselkrankheiten überhaupt geführt.

Die höchsten Erkrankungsziffern für Gebärparese haben die Niederungsrassen, gefolgt von den Mittelgebirgsrassen und den Höhenrassen. Am wenigsten erkranken die Steppenrinder (R o s e n b e r g e r 1960).

B o d a und C o l e (1954) und C u r t i s et al. (1970) nennen in der Reihenfolge der Empfänglichkeit für Hypokalzämie die Rassen:

Jersey	34.5 %
Holstein	15.1 %
Guernsey	9.3 %
Airshire	6.4 %

J ö n s s o n (1960) hat 196 Herden des schwedischen Rot- und Weißviehs über 5 Jahre beobachtet und bei 13.100 Geburten 5.3 % Gebärparese registriert.

D y r e n d a h l (1972) berichtet von 4.1 % Erkrankungen bei schwedischem Rot- und Weißvieh und 2.5 % bei schwedischen Friesen. Auffällig ist, daß gerade Rassen mit hoher Milchfettleistung doch vermehrt Fälle von Gebärparese aufweisen. Doch muß diese

Disposition nicht direkt mit der höheren Calcium-
abgabe über die Milch zusammenhängen; sie kann
auch durch verstärkte Aktivität der Thyroidea
(M a y e r 1970), die bei Rassen mit hoher Milch-
fettleistung beobachtet wird, zu geringerer Calcium-
Depotbildung im Knochen führen.

2.5. Genetische Einflüsse

Schon seit einigen Jahren werden erbliche Ein-
flüsse sowohl für das Auftreten von Gebärpause
angenommen, wie auch für die Calcium- und Phosphat-
Werte (bzw. deren geburtsbedingte Veränderungen)
bei nicht erkrankten Tieren. O s i n g a (1972)
schätzt die Vererbung als prädisponierenden Risi-
kofaktor ein.

Untersuchungen über den genetischen Einfluß auf die
Calcium- und Phosphor-Blutspiegel bei nicht er-
krankten Tieren wurden von R a u (1973) und
G r a f und O s t e r k o r n (1976) durchgeführt.
R a u (1973) findet bei Nachkommengruppen verschie-
dener Bullen stark unterschiedliche Calcium-Serum-
konzentrationserniedrigungen, doch sind diese Unter-
schiede wegen zu hoher Standardabweichungen statistisch

nicht zu sichern. G l a w i s c h n i g und M a y e r (1975) stellen bei statistischen Erhebungen über Gebärparese fest, daß in bestimmten Kurfamilien (Mutter- Schwester - Tochter) die Gebärparese gehäuft auftritt und somit die Vererbung eine bedeutende Rolle spielt.

D y r e n d a h l et al. (1972) legen als erste eine Untersuchung vor, in der gezielt an 50 000 Tieren die genetische Disposition für Hypokalzämie und Gebärparese untersucht wird. Sie stellen fest:

- 1) daß zwischen den Serumcalciumwerten erkrankter Nachkommen von verschiedenen Bullen signifikante Unterschiede bestehen,
- 2) daß nach Korrektur der Altersvariation sich folgende Heritabilitäten ergeben (h^2 in % $\pm$ s):

	Klinische Parese	Hypokalzämie
Schwed. Rotbunte	12.76 ± 1.10	9.70 ± 0.84
Schwed. Friesen	6.85 ± 1.03	6.19 ± 0.94

Danach besteht eine Möglichkeit, die Hypokalzämie als Kriterium in die Zuchtwahl mit einzubeziehen. Als Schwierigkeit wird angesehen, daß junge Tiere die Erkrankung selten zeigen.

G r a f u r d O s t e r k o r n (1976) beobachten bei dem Abfall der Serumcalciumspiegel von Tieren in der vierten oder in höheren Laktationen einen deutlichen Einfluß der Vätertiere. Für die Absolutwerte nach dem Abkalben finden sie als Korrelationskoeffizienten der Serumspiegel zweier aufeinanderfolgender Laktationen für:

Calcium: 0.52 n = 89

Phosphat: 0.39 n = 89

und für den Abfall der Serumspiegel nach dem Abkalben folgende Wiederholbarkeiten:

Calcium: 0.52 n = 96

Phosphat: 0.31 n = 96

3. Material und Methodik

3.1. Tiergut

Von November 1976 bis Januar 1977 und April 1977 bis Juli 1977 sind 16 Nachkommengruppen von Fleckviehbullen der Besamungsstation Landshut/Niederbayern auf Calcium und anorganisches Phosphat im Blutplasma untersucht worden. Die Gruppengröße schwankte zwischen 9 und 21. Die insgesamt 237 Tiere waren alle im Alter von 31 bis 35 Monaten und standen auf zwei Betrieben in der Nähe von Landshut. Die Verteilung der jeweiligen Gruppen auf die Betriebe war gleichmäßig. Die Tiere waren durch künstliche Besamung belegt worden.

Beide Betriebe halten die Rinder in Ganzjahresstallhaltung, Betrieb I auf Kurzstand mit Gelenkhalsrahmen, Gummimatte und Gitterrost, Betrieb II in Fangboxen mit gekröpftem Nackenholm, Gummimatten und Kombirost. Die Tiere sind in beiden Fällen ganztags am Standplatz und werden, sobald sie abgekalbt haben, zweimal täglich zum Warteraum bzw. Melkstand getrieben. Auf den 200 ha (Betrieb I) und 90 ha (Betrieb II) großen Betriebsflächen werden für die Deckung des Grundfutters der Rinderherden Silomais und Gras angebaut.

3.2. Fütterung

3.2.1. Verwendete Futtermittel

- Maissilage von Mais, der zum Zeitpunkt der Teig-reife einsiliert wird
- Heu, vom ersten und zweiten Schnitt
- Zuckerrübenblattsilage
- Grassilage, angewelkt
- Luzernegrünmehl-pellets: durchschnittlicher Gehalt:

18 %	Rohrprotein	1.8 %	Calcium
14 %	verd. Protein	0.23 %	Phosphor
3.2 %	Rohfett	0.17 %	Natrium
23 %	Rohfaser	0.49 %	Cystin
2 %	Sand	0.19 %	Methionin
12 %	Wasser	1.1 %	Lysin
13 %	Rohasche	465	Stärkeeinheiten
2.5 %	reine Stärke		
8 %	Zucker		

- Kraftfutter in folgender Zusammensetzung:

16 %	Rohprotein	660	Stärkeeinheiten
13.5 %	verdauliches Eiweiß	1 %	Calcium
2.5 %	Rohfett	0.5 %	Phosphor
7 %	Rohfaser	0.6 %	Natrium
8 %	Rohasche	5 %	Mineralfutter

Das Mineralfutter A (Ergänzungsfuttermittel)

enthält als wertbestimmende Bestandteile:

19 % Calcium	700 mg/kg	Kupfer
8 % Phosphat	10 mg/kg	Kobalt
8.5 % Natrium	1 000 000 IE/kg	Vitamin A
1.5 % Magnesium	8 000 IE/kg	Vitamin D ₃
3 000 mg/kg Zink	360 000 mcg	Vitamin E

Die Futterrationen wurden entsprechend der Futter-
tabelle für tragende bzw. hochtragende Rinder be-
rechnet (M e y e r 1976).

Tabelle 4

Futterzusammenstellung und Nährstoffaufnahme/Tag in Gramm(g)

Futtermittel	Menge	T.S.	verd.Eiweiß	St.E.
Maissilage	8 kg	2 184	120	1 360
Zuckerrüben- blattsilage	3 kg	620	45	267
Grassilage	3 kg	864	81	441
Heu	3 kg	1 746	92	660
Luzernegrünmehl	1 kg	880	145	465
Kraftfutter	3 kg	890	405	1 980
Summe		7 184	888	5 173

Bedarf nach Meyer (1976)

700 - 1 000 4 800 - 6 000

Auf Betrieb I wurde die Maisration auf 5 kg verringert, dafür dann pro Tag 20 l frische Kartoffelschlempe angeboten. Bis auf diese Ausnahme (Kartoffelschlempe) ist die Fütterung auf beiden Betrieben gleich.

3.3. Untersuchungsmethode

Von November 1976 bis Ende Juli 1977 wurden 237 Tiere erfaßt und 659 Blutplasmaproben verwertet. Das Blut wurde in unten beschriebenen, zeitlichen Abständen aus der Vena jugularis mit Monovetten der Firma Sarstedt entnommen, die innen mit Ammoniumheparinat als Gerinnungshemmer beschichtet waren.

Um den Einfluß der Tageszeit (U n s e l m und R a p p e n 1968) weitgehend auszuschalten, erfolgte die Probeentnahme zwischen 6 und 10 Uhr. Nach dem Abkalben wurde die Blutprobe 8 bis 24 Stunden p.p. entnommen, da in dieser Zeitspanne die niedrigsten Mineralstoffkonzentrationen im Blut vorliegen (B o s t e d t 1972).

Schema der Blutprobenentnahme:

1. Probe: 6. - 4. Woche vor dem errechneten Abkalbetermin
2. Probe: 3. - 1. Woche vor dem errechneten Abkalbetermin
3. Probe: 6 - 24 Stunden nach dem Abkalben

Für eine Anzahl der Tiere (52), die schon im November oder Anfang Dezember abkalbten, entfiel die erste Probe, da die Tiere zum vorgesehnen Zeitpunkt der Blutentnahme noch auf verschiedenen Weiden und Almen standen und somit nicht erfassbar waren.

Spätestens eine halbe Stunde nach Entnahme wurden die Proben bei 3 000 Umdrehungen/min 15 Minuten lang zentrifugiert; anschließend wurde 5 ml des überstehenden Plasma in Polyäthylenfläschchen abpipettiert. Diese Proben wurden tiefgefroren. Die Bestimmung von Calcium und anorganischem Phosphor erfolgte am Lehrstuhl für Tierzucht der Universität München.

Die photometrische Untersuchung des Calciums wurde mit dem Autoanalyser II nach der von der Firma Technicon angegebenen Methode von G i t e l m a n n (1967) durchgeführt. Unter Zusatz von 8-Hydroxychinolin mit Cresolphtalein-Complexon bildet Calcium eine farbige Komplexonverbindung, die bei 570 nm gemessen wird. Die photometrische Bestimmung des anorganischen Phosphors mit dem Autoanalyser II erfolgte mit der von K r a m l (1966) und H u r s t (1967) beschriebenen Methode. Phosphormolybdänsäure wird da-

bei gebildet und dann mit Zinnchlorid-Hydrazin reduziert. Die Messung erfolgt bei 660 nm. Außer den Blutplasmawerten wurden für jedes Tier folgende Daten zusätzlich erfaßt:

- Der Röhrteinumfang des rechten Vorderbeines an der dünnsten Stelle, gemessen mit einem Textilmaßband
- Der Geburtsverlauf
- Das Geschlecht und Gewicht des Kalbes und sein Lebenszustand bis 24 Stunden p.p.
- Der Verlauf des Puerperiums bis 48 Stunden p.p.
- Die Einsatzleistung

4. Ergebnisse

4.1. Klinische Erkrankungen

Das klinische Bild des Festliegens oder der Gebärpause konnte bei keinem der untersuchten Tiere festgestellt werden. Nimmt man jedoch den von D y r e n d a h l (1972) empfohlenen, unteren, physiologischen Grenzwert für Calcium = 8 mg/100 ml, so haben neun Rinder nach der Geburt "Hypokalzämie" gezeigt; das sind 3.8 % des untersuchten Tiermaterials.

Tabelle 5

Calcium-Blutplasmawerte der neun Tiere mit Calcium $\leq$ 8 mg/100 ml

<u>Gruppe / Tiernummer</u>	<u>3. Probe (8 - 24 Stunden p.p.)</u>	
	Calcium	Phosphor
2/10	8.00	4.52
2/11	7.87	5.00
3/ 4	7.96	5.83
6/ 8	8.00	5.77
6/10	7.87	4.94
9/18	8.00	3.73
9/22	7.98	5.14
13/2	7.84	5.60
16/16	7.63	4.70

4.2. Einfluß des Betriebes

Tabelle 6 stellt die Werte für Calcium, anorganischen Phosphor und Calcium/Phosphor dar.

Für Calcium und das Calcium/Phosphor-Verhältnis hat der Betrieb II die höheren Abschnittswerte, verbunden mit dem höheren relativen Abfall.

Unter "relativem Abfall" wird im folgenden der Abfall des Calcium- bzw. Phosphorspiegels nach dem Abkalben bezogen auf den Wert vor dem Abkalben verstanden:

$$\text{"Relativer Abfall"} = \frac{\text{Wert der 2. Probe} - \text{Wert der 3. Probe}}{\text{Wert der 2. Probe}}$$
$$\text{oder "Relativer Abfall" (in Prozent)} = \frac{2.\text{Pr.} - 3.\text{Pr.}}{2.\text{Pr.}} 100$$

Die Varianzanalyse zeigt, daß für die Calcium-Plasmawerte der ersten und zweiten Probe und des relativen Abfalls der Betriebseinfluß hochsignifikant ist. Der 3. Wert für Calcium (Probe nach dem Abkalben) ist nicht signifikant vom Betrieb beeinflusst.

Für anorganischen Phosphor und Calcium/Phosphor ergibt sich ein signifikanter Betriebseinfluß für die 2. und 3. Probe, keiner hingegen für die erste Probe und den relativen Abfall.

Tabelle 6

Mittelwerte für Ca, P und Ca/P der Betriebe I und II
und Testsignifikanz

<u>Calcium</u>		I	II	F G	F	P
1. Probe	$\bar{x}$	9.65	9.89	1;184	14.41	≤ 0.01
(6.-3.W.a.p.)	s	0.56	0.64			
2. Probe	$\bar{x}$	9.44	9.72	1;236	30.25	≤ 0.01
(3.-1.W.a.p.)	s	0.53	0.53			
3. Probe	$\bar{x}$	8.95	8.96	1;236	0.07	n.s.
(8-24 Std.p.p.)	s	0.53	0.50			
2.-3. Probe(%)	$\bar{x}$	5.1	7.7	1;236	15.36	≤ 0.01
$\frac{2.-3.}{2.}$	s	5.3	4.8			
<u>Phosphor</u>						
1. Probe	$\bar{x}$	5.60	5.81	1;184	1.64	n.s.
	s	0.78	0.84			
2. Probe	$\bar{x}$	5.77	5.57	1;236	6.61	≤ 0.01
	s	0.75	0.67			
3. Probe	$\bar{x}$	4.96	4.68	1;236	6.68	≤ 0.01
	s	0.84	0.91			
2.-3. Probe(%)	$\bar{x}$	13.3	15.2	1;236	0.90	n.s.
$\frac{2.-3.}{2.}$	s	15.0	17.1			
<u>Ca/P</u>						
1. Probe	$\bar{x}$	1.71	1.70	1;184	2.56	n.s.
	s	0.20	0.49			
2. Probe	$\bar{x}$	1.67	1.77	1;236	12.83	≤ 0.01
	s	0.28	0.27			
3. Probe	$\bar{x}$	1.86	2.00	1;236	6.30	≤ 0.01
	s	0.40	0.45			
2.-3. Probe(%)	$\bar{x}$	-12.6	-13.8	1;236	0.15	n.s.
$\frac{2.-3.}{2.}$	s	10.1	26.4			

4.3. Einfluß der Jahreszeit

Die Tiere kalbten in zwei Zeitblöcken ab, nämlich November 1976 bis Januar 1977 (Winterblock) und April 1977 bis Juli 1977 (Sommerblock). Während der Winterabkalbperiode zeigten die Rinder die niedrigeren Calcium-Werte und höheren Phosphat-Werte als während der nachfolgenden Sommerperiode. Das Ca/P-Verhältnis war im Winter enger als im Sommer.

Tabelle 7

Ca, -P und Ca/P-Werte für Winter- und Sommerblock

Calcium	Winterblock	Sommerblock
Ca. 1. Probe (6.-3.W.a.p.)	9.30 $\pm$ 0.58	9.97 $\pm$ 0.43
2. Probe (3.-1.W.a.p.)	9.23 $\pm$ 0.50	9.86 $\pm$ 0.45
3. Probe (8-24 Std.p.p.)	8.73 $\pm$ 0.43	9.13 $\pm$ 0.52
2.-3.Probe (%)	5.1 $\pm$ 5.1	7.25 $\pm$ 5.2
2.		

Phosphor

1. Probe	6.10 $\pm$ 0.95	5.80 $\pm$ 0.52
2. Probe	5.94 $\pm$ 0.90	5.46 $\pm$ 0.59
3. Probe	5.04 $\pm$ 1.01	4.66 $\pm$ 0.86
2.-3.Probe (%)	16.9 $\pm$ 16.4	14.0 $\pm$ 16.6
2.		

Ca/P

1. Probe	1.57 $\pm$ 0.42	1.73 $\pm$ 0.18
2. Probe	1.58 $\pm$ 0.32	1.83 $\pm$ 0.23
3. Probe	1.79 $\pm$ 0.44	2.03 $\pm$ 0.43
2.-3.Probe (%)	-18.5 $\pm$ 25.4	-12.0 $\pm$ 23.7
2.		

Der Einfluß der Jahreszeit ist für fast alle gemessenen Blutplasmawerte hochsignifikant.

Tabelle 8

Varianzanalyse für Einflußgröße Jahreszeit

Calcium-Mittelwerte:		FG	F	
	1. Probe	1;184	91.01	$p < 0.01$
	2. Probe	1;236	136.14	$p < 0.01$
	3. Probe	1;236	43.89	$p < 0.01$
	$\frac{2.-3.}{2.}$ Probe	1;236	10.99	$p < 0.01$
anorganische Phosphor-Mittel- werte:	1. Probe	1;175	7.33	$p < 0.01$
	2. Probe	1;236	32.04	$p < 0.01$
	3. Probe	1;236	10.86	$p < 0.01$
	$\frac{2.-3.}{2.}$ Probe	1;236	1.67	n.s.
Calcium/Phosphor- Mittelwerte:	1. Probe	1;184	14.74	$p < 0.01$
	2. Probe	1;236	59.55	$p < 0.01$
	3. Probe	1;236	18.81	$p < 0.01$
	$\frac{2.-3.}{2.}$ Probe	1;236	4.20	$p < 0.05$

4.4. Einfluß der Vatertiere

Der Einfluß von Betrieb und Jahreszeit ist signifikant. Durch eine LSQ-Analyse wurden die Effekte geschätzt und die Blutplasmawerte additiv korrigiert.

4.4.1. Einfluß der Vatertiere auf den Calcium-Spiegel

Die Gesamtmittelwerte der 3 Proben, nämlich

für die 1. Probe	9.97 mg/100 ml $\pm$ 0.45
für die 2. Probe	9.86 mg/100 ml $\pm$ 0.56
für die 3. Probe	8.59 mg/100 ml $\pm$ 0.52

zeigen, daß der Blutplasma-Spiegel für Calcium während der Hochgravidität und bis zur Geburt hin insgesamt konstant bleibt, daß aber gleich nach der Geburt der Calcium-Spiegel deutlich abfällt. Diese Beobachtung ist nicht neu und in zahlreichen Veröffentlichungen festgehalten.

Es bestehen hier zwischen den Durchschnittswerten von einzelnen Nachkommengruppen mit extremen Werten deutliche Unterschiede, zum Beispiel

bei der 1. Probe zw. Töchtergruppe 7 (8.78 mg/100ml)
und 12 (10.25 mg/100ml)

bei der 2. Probe zw. Töchtergruppe 3 (8.90 mg/100ml)
und 14 (10.04 mg/100ml)

bei der 3. Probe zw. Töchtergruppe 8 (8.58 mg/100 ml)
und 14 (9.35 mg/100 ml)

und beim relativen Abfall zwischen Gruppe 2 (10.2 %)
und Gruppe 6 (1.0 %).

Die Tabellen 9a und 9b zeigen die Calciummittelwerte
der einzelnen Nachkommengruppen.

Tabelle 9a

C A L C I U M $\left[\frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}\right]$		im Blutplasma der Nachkommengruppen 1 - 8							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1. Probe (6.-4.W.a.p.)	$\bar{x}$	9.29	9.19	9.49	9.65	9.60	9.22	8.78	9.34
	s	0.24	0.35	0.65	0.80	0.50	0.62	0.43	0.40
	n	7	10	4	11	5	4	8	5
2. Probe (3.-1.W.a.p.)	$\bar{x}$	9.32	9.46	8.90	9.31	9.51	9.14	9.05	9.01
	s	0.41	0.42	0.42	0.62	0.48	0.46	0.35	0.48
	n	13	14	9	16	14	14	12	14
3. Probe (8-24 Std.p.p.)	$\bar{x}$	9.03	8.61	8.61	8.84	8.86	8.59	8.72	8.53
	s	0.42	0.40	0.41	0.41	0.30	0.59	0.41	0.29
	n	13	14	9	16	14	14	12	14
2.-3.Probe (%)	$\bar{x}$	2.9	10.2	1.6	5.2	6.6	1.0	5.0	6.8
	s	4.4	5.6	2.8	3.1	4.5	5.1	4.8	3.5
	n	13	14	9	16	14	14	12	14
<u>2.</u>									

Tabelle 9b

C A L C I U M $\left(\frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}\right)$
im Blutplasma der Nachkommengruppen 9 - 16

	9	10	11	12	13	14	15	16	total
1. Probe	$\bar{x}$	9.86	10.10	9.89	10.25	9.91	10.04	9.95	9.97
(6.-4.W.a.p.)	s	0.45	0.41	0.38	0.45	0.38	0.45	0.40	0.45
	n	14	17	18	17	17	21	13	185
2. Probe	$\bar{x}$	9.97	9.92	9.67	9.99	9.82	10.04	10.03	9.86
(3.-1.W.a.p.)	s	0.30	0.41	0.45	0.53	0.31	0.44	0.53	0.56
	n	14	17	18	17	17	21	13	237
3. Probe	$\bar{x}$	8.54	9.28	8.97	9.21	9.09	9.35	9.35	8.95
(8-24 Std.p.p.)	s	0.56	0.41	0.56	0.48	0.57	0.34	0.55	0.52
	n	14	17	18	17	17	21	13	237
2.-3.Probe (%)	$\bar{x}$	8.6	6.4	7.1	7.7	7.4	6.7	6.6	6.3
<u>2.</u>	s	6.4	3.6	5.3	4.5	5.9	4.8	5.8	5.2
	n	14	17	18	17	17	21	13	237

Die statistische Auswertung mittels Varianzanalyse ergibt:

Für die untersuchten Tiergruppen bestehen signifikante Unterschiede in den Absolutwerten für den Calciumspiegel der Proben 1 - 3 und auch für den relativen Abfall des Blutplasmaspiegels nach dem Abkalben.

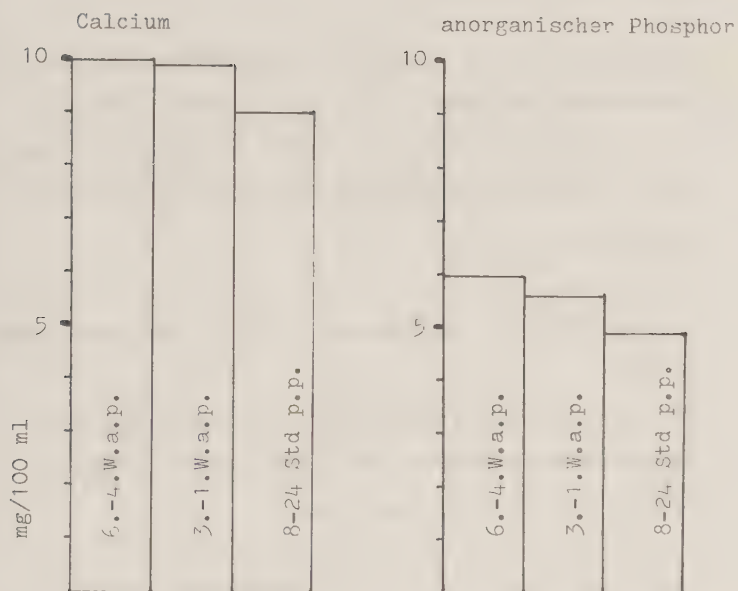
Tabelle 10

Unterschiede im Calciumspiegel zwischen
Nachkommengruppen (Varianzanalyse)

Calcium	F G	F	
1. Probe (6.-4.W.a.p.)	15;184	7.83	$p < 0.01$
2. Probe (3.-1.W.a.p.)	15;236	10.10	$p < 0.01$
3.Probe (8-24 Std.p.p.)	15;236	5.28	$p < 0.01$
2.-3.Probe <u>2.</u>	15;236	3.28	$p < 0.01$

Abbildung 4

Gesamtmittelwerte für Calcium und anorganischen Phosphor



4.4.2. Einfluß der Vatertiere auf den anorganischen Phosphorspiegel

Ähnlich wie für Calcium sind auch für anorganischen Phosphor die Werte der ersten und zweiten Probe annähernd gleich und der Wert nach dem Abkalben ist stark erniedrigt.

Auffällig ist die größere Standardabweichung für anorganischen Phosphor (z.B. 3. Probe $s = 0.95$) als für Calcium (3. Probe $s = 0.52$). Die Tabellen 11a und 11b zeigen die Phosphormittelwerte der 16 Nachkommengruppen.

Die statistische Untersuchung mittels Varianzanalyse zeigt:

Es bestehen zwar auffällige Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen, doch sind diese nur bei den Werten der 2. Probe signifikant.

Tabelle 12

Unterschiede zwischen Nachkommengruppen im
anorganischen Phosphorspiegel (Varianzanalyse)

	F G	F	
1. Probe (6.-4.W.a.p.)	15;184	1.63	n.s.
2. Probe (3.-1.W.a.p.)	15;236	3.88	p < 0.01
3. Probe (8-24 Std. p.p.)	15;236	1.51	n.s.
2.-3.Probe	15;236	1.08	n.s.
<u>2.</u>			

Tabelle 11a

anorganischer P H O S P H O R [mg/100 ml]
im Blutplasma der Nachkommengruppen 1 - 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Probe	$\bar{x}$	6.18	6.00	6.10	5.80	6.45	6.06	6.45
(6.-3.W.a.p.)	s	1.05	0.95	0.86	1.26	0.58	1.32	0.78
	n	7	10	4	11	5	4	8
								5
2. Probe	$\bar{x}$	5.69	5.64	6.02	5.72	6.19	6.02	6.48
(3.-1.W.a.p.)	s	1.00	0.85	0.94	0.83	0.90	1.12	0.63
	n	13	14	9	16	14	14	12
								14
3. Probe	$\bar{x}$	4.92	4.72	5.31	4.95	5.14	5.16	4.96
(8-24 Std.p.p.)	s	0.81	0.97	0.91	1.23	0.60	1.22	0.98
	n	13	14	9	16	14	14	12
								14
2.-3.Probe (%)	$\bar{x}$	16.2	13.2	9.1	14.5	15.4	25.9	24.6
<u>2.</u>	s	9.8	17.1	21.1	16.2	13.2	10.6	13.2
	n	13	14	9	16	14	14	12
								14

anorganischer P H O S P H O R $\left[\frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}\right]$
im Blutplasma der Nachkommengruppen 9 - 16

	9	10	11	12	13	14	15	16	total
1. Probe	$\bar{x}$	5.47	5.70	5.77	6.03	5.73	5.70	5.94	5.89
(6.-4.W.a.p.)	s	0.51	0.48	0.50	0.59	0.44	0.57	0.48	0.68
	n	14	17	17	17	21	13	14	185
2. Probe	$\bar{x}$	5.72	4.96	5.30	5.33	5.64	5.76	5.56	5.67
(3.-1.W.a.p.)	s	0.67	0.44	0.64	0.65	0.42	0.48	0.57	0.78
	n	14	17	18	17	17	13	14	237
3. Probe	$\bar{x}$	4.92	4.42	4.37	4.51	4.52	5.06	4.97	4.83
(8.-24. Std.p.p.)	s	1.00	0.86	0.78	0.97	0.64	0.77	0.81	0.95
	n	14	17	18	17	17	21	13	237
2.-3. Probe (%)	$\bar{x}$	16.0	10.4	16.7	13.2	19.1	11.7	14.8	15.2
2.	s	15.0	17.3	17.0	24.2	14.5	14.2	14.1	16.5
	n	14	17	18	17	17	21	13	237

4.4.3. Einfluß der Vatertiere auf das Ca/P-Verhältnis

Das Verhältnis von Ca/P ist entsprechend den Veränderungen der Calcium- und anorganischen Phosphor-Werte Schwankungen unterworfen.

Die Gesamtmittelwerte für die 1. Probe $1.68 : 1 \pm 0.28$
2. Probe $1.72 : 1 \pm 0.30$
3. Probe $1.92 : 1 \pm 0.45$

zeigen, daß das Ca/P-Verhältnis in der Zeit vor dem Abkalben ziemlich gleich bleibt und für den Zeitraum unmittelbar nach der Geburt deutlich weiter wird. Das bedeutet, daß der anorganische Phosphor relativ stärker abfällt als Calcium.

Das Ca/P-Verhältnis der 16 Töchtergruppen zeigen die Tabellen 14a und 14b.

Die statistische Untersuchung mittels Varianzanalyse ergibt:

Die Unterschiede zwischen den 16 Nachkommengruppen in den Werten für Ca/P der ersten, zweiten und dritten Probe sind hochsignifikant bzw. signifikant. Bei der relativen Veränderung des Ca/P-Verhältnisses von der zweiten zur dritten Probe bestehen zwar erhebliche Unterschiede (z.B. Gruppe 6 mit 34.9 % und Gruppe 16 mit 5.4 %), doch sind diese statistisch nicht zu sichern.

Tabelle 13

Unterschiede im Ca/P-Verhältnis zwischen
Nachkommengruppen (Varianzanalyse)

Ca/P	F G	F	
1. Probe (6.-4.W.a.p.)	15;184	2.33	$p < 0.01$
2. Probe (3.-1.W.a.p.)	15;236	4.96	$p < 0.01$
3. Probe (8-24 Std.p.p.)	15;236	2.05	$p < 0.05$
<u>2.-3.Probe</u> 2.	15;236	1.32	n.s.

Tabelle 14a

C a / P - Verhältnis
im Blutplasma der Nachkommengruppen 1 - 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Probe	$\bar{x}$ 1.52	1.54	1.58	1.77	1.47	1.56	1.39	1.59
(6.-4.W.a.p.)	s 0.28	0.35	0.28	0.73	0.18	0.49	0.28	0.20
	n 7	10	4	11	5	4	8	5
2. Probe	$\bar{x}$ 1.67	1.70	1.57	1.65	1.55	1.56	1.42	1.56
(3.-1.W.a.p.)	s 0.38	0.35	0.33	0.34	0.30	0.39	0.20	0.24
	n 13	14	9	16	14	14	12	14
3. Probe	$\bar{x}$ 1.89	1.89	1.66	1.87	1.74	1.76	1.81	1.72
(8-24 Std.p.p.)	s 0.32	0.48	0.34	0.53	0.22	0.59	0.45	0.50
	n 13	14	9	16	14	14	12	14
2.-3.Probe (%)	$\bar{x}$ -19.9	-9.0	-13.5	-13.4	-13.4	-34.9	-27.1	-17.3
<u>2.</u>	s 15.2	29.8	21.5	18.8	21.8	17.1	24.8	39.7
	n 13	14	9	16	14	14	12	14

Tabelle 14b

C a / P - Verhältnis
im Blutplasma der Nachkommengruppen 9 - 16

	9	10	11	12	13	14	15	16	total
1. Probe	$\bar{x}$ 1.62	1.85	1.73	1.77	1.66	1.76	1.77	1.65	1.63
(e.-4.W.a.p.)	s 0.12	0.16	0.17	0.17	0.17	0.21	0.16	0.16	0.23
	n 14	17	13	17	17	21	13	14	185
2. Probe	$\bar{x}$ 1.74	2.01	1.85	1.90	1.75	1.76	1.89	1.74	1.72
(3.-1.W.a.p.)	s 0.24	0.21	0.26	0.27	0.15	0.20	0.21	0.13	0.30
	n 14	17	13	17	17	21	13	14	237
3. Probe	$\bar{x}$ 1.93	2.18	2.12	2.15	2.04	1.88	2.10	1.84	1.92
(1.-2+ Std.p.p.)	s 0.35	0.48	0.49	0.50	0.32	0.27	0.35	0.42	0.55
	n 14	17	13	17	17	21	13	14	237
2.-3.Probe (%)	$\bar{x}$ -11.7	-3.6	-15.5	-15.7	-18.3	-8.2	-12.1	-5.4	-14.9
2.	s 21.1	23.4	23.7	27.9	24.2	17.9	18.6	17.4	24.6
	n 14	17	13	17	17	21	13	14	237

4.4.4. Korrelationen zwischen Calcium und anorganischem Phosphor

Für die erste Probe zeigen die 16 Gruppen recht unterschiedliche Korrelationen. Eine deutliche und einheitlich negative Korrelation zeigen sie bei der zweiten Probe (3.-1.W.a.p.); nur zwei Gruppen (8 u.16) haben eine positive Korrelation. Bei der dritten Probe (8-24 std p.p.) und beim relativen Abfall ergibt sich ein interessantes Bild, nämlich für einige Gruppen negative, für andere positive Korrelationen. Darauf wird in der Diskussion näher eingegangen. Tabelle 15 zeigt die Korrelationen der 16 Gruppen.

Tabelle 15 Korrelationen zwischen Calcium und anorganischem
Phosphor der Gruppen 1-16

Gruppe	1. Probe	n	2. Probe	n	3. Probe	n	$\frac{2.-3.}{2.}$	n
1	0,454	13	-0,7801	13	-0,0705	13	-0,4660	13
2	-0,3427	10	-0,5538	14	-0,0725	14	-0,1309	14
3	0,0969	4	-0,1226	9	-0,6817	9	0,5277	9
4	-0,5929	11	-0,6626	16	-0,3272	16	0,4255	16
5	-0,0051	7	-0,1621	14	0,1552	14	-0,4867	14
6	-0,7796	4	-0,5106	14	-0,2786	14	-0,0961	14
7	-0,5351	8	-0,2237	12	-0,5300	12	-0,3253	12
8	0,0391	5	0,1677	14	0,0413	14	0,3987	14
9	0,2844	14	-0,5942	14	0,0827	14	0,1126	14
10	-0,1437	17	-0,1937	17	-0,3199	17	-0,1487	17
11	-0,1912	18	-0,2949	18	-0,3223	18	-0,0496	18
12	0,0008	17	-0,2670	17	-0,2427	17	0,0249	17
13	0,0499	17	-0,2566	17	-0,0557	17	-0,0410	17
14	-0,6795	21	-0,4511	21	-0,0125	21	-0,2176	21
15	0,2977	13	-0,2093	13	0,4351	13	0,2813	13
16	-0,1360	14	0,2925	14	0,2282	14	0,5518	14
total	-0,3250	185	-0,4266	237	-0,1865	237	0,0209	237

4.5. Einfluß des Geburtsverlaufes

Während des Untersuchungszeitraumes kalbten 190 Tiere normal oder mit leichter Zughilfe ab. 37 Geburten waren Schweregeburten, und bei 10 Rindern mußte eine Sectio durchgeführt werden.

Tabelle 17 zeigt die Ca- und P- Werte (8 - 24 std. p.p.) der Tiere mit Schweregeburten.

Der Eindruck, daß die Ca- und P-Werte dieser Tiere niedriger sind als die Gesamtmittelwerte der jeweiligen Gruppen wird durch die Varianzanalyse nicht bestätigt: Die Tiere mit Schweregeburten haben nur schwach signifikant ($p < 0,05$) geringere Calcium-Werte für die Probe 8 - 24 std. p.p. als normal abkalbende.

Tabelle 16 Unterschiede zwischen Schweregeburt und Normalgeburt (Varianzanalyse)

		FG	F	
Ca	3.P.	1;182	5,15	$P < 0,05$
	$\frac{2.-3.}{2.}$ P.	1;138	0,19	n.s.
P	3.P.	1;182	0,01	n.s.
	$\frac{2.-3.}{2.}$ P.	1;138	0,01	n.s.
Ca/P	3.P.	1;182	0,64	n.s.
	$\frac{2.-3.}{2.}$ P.	1;138	0,26	n.s.

Tabelle 17 CALCIUM- und anorganische PHOSPHOR-Werte der 37 Rinder mit Schwereburten:

Gruppen/Tier-Nr.	Ca (8-24 std p.p.)	anorg. P (8-24 std p.p.)	Gruppen- $\bar{x}$ Ca	Gruppen- $\bar{x}$ anorg.P	Gruppen/Tier-Nr.	Ca (8-24 std p.p.)	anorg.P (8-24 std p.p.)	Gruppen- $\bar{x}$ Ca	Gruppen- $\bar{x}$ anorg.P
1/17	8,45	3,74	9,03	4,92	10/11	8,72	5,74	9,28	4,42
1/22	8,78	5,41			10/21	8,92	3,60		
2/10	8,00	4,52	8,61	4,72	11/7	8,12	4,58	8,97	4,37
2/12	8,51	4,83			11/11	8,47	4,89		
3/18	8,51	4,78	8,61	5,21	11/24	9,28	2,76		
4/1	8,57	3,69	8,84	4,95	12/3	8,39	5,50	9,21	4,51
4/3	9,09	6,44			13/3	8,85	3,28	9,09	4,52
4/6	8,84	4,80			13/19	9,10	5,18		
6/2	5,26	5,70	8,59	5,16	13/21	9,23	4,60		
6/6	5,87	5,21			14/17	9,46	4,70	9,35	5,06
6/8	6,00	5,77			14/21	8,66	5,09		
7/10	7,87	4,24			14/24	9,00	4,62		
7/1	8,51	5,54	8,72	4,96	15/5	9,75	4,27	9,35	4,57
7/14	5,00	4,85			15/6	8,40	4,06		
7/17	8,13	5,60			15/16	9,65	5,22		
8/14	8,77	5,48	8,53	5,19	16/8	8,47	4,95	8,85	4,97
2/5	2,30	4,01	8,24	4,22	16/24	8,75	4,00		
10/2	9,38	3,91	9,28	4,42					
10/7	8,80	4,74							

4.6. Einfluß des Puerperiums

Ungestört verlief das Frühpuerperium bei 193 Tieren, 43 Rinder hatten Nachgeburtverhalten (mehr als 12 std. p.p.), ein Tier hatte so starke Störungen des Allgemeinbefindens, daß es notgeschlachtet werden mußte. Ein Einfluß des Verlaufes des Puerperiums auf die Calcium- und anorganischen Phosphor-Werte ist nicht festzustellen.

4.7. Einfluß des Geschlechtes, des Gewichtes und des Lebenszustandes des Kalbes

242 Kälber wurden während des Untersuchungszeitraumes geboren, davon 5 x Zwillinge; 105 Kälber waren männlich, 137 weiblich. 227 wurden lebend und 2 tot geboren, 13 Kälber starben innerhalb 24 Stunden nach der Geburt. Das durchschnittliche Geburtsgewicht betrug 43 kg. Geschlecht, Gewicht und Zustand des Kalbes zum Zeitpunkt der Geburt hat keinen meßbaren Einfluß auf die Calcium- und anorganischen Phosphor-Werte.

4.8. Einfluß des Röhrbeinumfanges

Die Tiere in den untersuchten Gruppen hatten durchschnittlich ähnliche Werte des Röhrbeinumfanges (Tabelle 18).

Tabelle 18 Röhrbeinumfang in cm; Mittelwerte der Gruppen
1 - 16

1	20,46	9	21,21
1	20,46	10	20,40
3	20,87	11	20,63
4	20,72	12	20,33
5	20,68	13	20,14
6	20,31	14	19,80
7	20,36	15	20,76
8	20,05	16	20,63
total		20,48	

Die Berechnung der Korrelation ergibt, daß kein Zusammenhang zwischen Calcium- und anorganischem Phosphorgehalt im Blut und dem Röhrbeinumfang besteht.

Tabelle 19 Korrelationen zwischen Calcium- bzw. Phosphorwerten und Röhrbeinumfang

		FG	r
Ca	$\frac{1.+2.}{2}$ Probe	183	0,0472
	3. Probe	235	0,0472
	$\frac{2.-3.}{2}$ Probe	235	0,0202
P	$\frac{1.+2.}{2}$ Probe	183	0,0142
	3. Probe	235	0,0753
	$\frac{2.-3.}{2}$ Probe	235	0,0582

4.9. Einfluß der Einsatzleistung

Da bekannt ist, daß Jahreszeit und Betrieb einen Einfluß auf die Milchleistung von Kühen haben können, ist in einer zweifachen Varianzanalyse der Einfluß dieser Größen untersucht worden. Das kaum unterschiedliche Abkalbealter, das bei den untersuchten Tieren 33 - 35 Monate betrug, hat sicherlich einen gleichbleibenden Einfluß für alle Tiere. Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse der Varianzanalyse für Betriebs- und Jahreszeiteinfluß auf die Einsatzleistung: Betrieb und Jahreszeit haben keinen Einfluß.

Tabelle 21 enthält die Einsatzleistungen der Gruppen

1 - 16 zusammen mit den zugehörigen Calcium- und Phosphorwerten der dritten Probe (8-24 std. p.p.).

Tabelle 20 Betriebs- und Jahreszeiteinfluß auf Milchmenge und Fettgehalt der Einsatzleistung (zweifache Varianzanalyse)

Typ	FG	F	
Betrieb/Milchmenge	1;186	1,59	n.s.
/Fettgehalt	1;186	0,30	n.s.
Jahreszeit/Milchmenge	1;186	0,83	n.s.
/Fettgehalt	1;186	0,00	n.s.

Tabelle 21 Einsatzleistungen der Gruppen 1 - 16

Gruppe	n	Alter in Mon.	Milchmenge in kg	Fett in %	Ca	8-24 Std. p.p. anorg. Phosphor
1	15	33	16,7	3,73	9,03 $\pm$ 0,42	4,92 $\pm$ 0,81
2	13	34	15,9	3,49	8,61 $\pm$ 0,40	4,72 $\pm$ 0,97
3	9	33	16,5	3,36	5,61 $\pm$ 0,41	5,31 $\pm$ 0,91
4	13	33	16,4	3,68	8,84 $\pm$ 0,41	4,95 $\pm$ 1,23
5	11	34	14,6	3,74	8,86 $\pm$ 0,30	5,14 $\pm$ 0,60
6	14	34	15,0	3,56	8,59 $\pm$ 0,59	5,16 $\pm$ 1,22
7	9	32	13,1	3,51	8,72 $\pm$ 0,41	4,96 $\pm$ 0,98
8	11	33	17,4	3,38	8,53 $\pm$ 0,29	5,19 $\pm$ 1,25
9	9	35	15,0	3,57	8,94 $\pm$ 0,59	4,92 $\pm$ 1,00
10	18	34	14,6	3,60	9,28 $\pm$ 0,41	4,42 $\pm$ 0,86
11	15	35	15,1	3,67	8,97 $\pm$ 0,56	4,37 $\pm$ 0,78
12	8	34	12,3	3,54	9,29 $\pm$ 0,48	4,51 $\pm$ 0,97
13	17	33	15,5	3,52	9,09 $\pm$ 0,57	4,52 $\pm$ 0,64
14	12	33	15,7	3,58	9,35 $\pm$ 0,34	5,06 $\pm$ 0,57
15	13	34	15,6	3,51	9,35 $\pm$ 0,55	4,57 $\pm$ 0,81
16	13	33	15,7	3,44	8,85 $\pm$ 0,54	4,97 $\pm$ 0,92
total	200	34	15,4	3,56	8,95 $\pm$ 0,52	4,83 $\pm$ 0,95

Es sind keine signifikanten Korrelationen zwischen der Einsatzleistung und dem Calcium- und dem anorganischen Phosphorspiegel festzustellen. Die Korrelation des Ca/P-Verhältnisses mit der Einsatzleistung zeigt Tabelle 22.

Tabelle 22 Korrelation zwischen Ca/P-Werten und der Einsatzleistung

Ca/P		FG	r
Mittelwert aus	Milchmenge	46	0,1773
1. + 2. Probe	Fettmenge	46	0,2156
	Fett %	46	0,0328
3. Probe			
(8-24 Std p.p.)	Milchmenge	94	-0,2373 p<0,05
	Fettmenge	94	-0,2849 p<0,01
	Fett %	94	0,1140
<u>2.-3.</u> <u>2.</u> Probe	Milchmenge	94	0,2306 p<0,05
	Fettmenge	94	0,3028 p<0,01
	Fett %	94	0,1380

Der Korrelationskoeffizient zwischen Milchmenge und Ca/P-Verhältnis der 3. und der 2.-3.
2. Probe ist schwach signifikant, zwischen Fettmenge und Ca/P-Verhältnis der 3. und 2.-3.
2. Probe signifikant.

5. Diskussion

Im Untersuchungszeitraum ist kein Fall von Gebärpause aufgetreten. Dies entspricht den Beobachtungen von H e n d e r s o n (1938), der bei 230 Färsenkalbungen kein Festliegen sieht.

Bei 9 Tieren (3,9% aller untersuchten) werden Calciumwerte ≤ 8 mg/100 ml gemessen. D y r e n d a h l (1972) nennt den Calciumwert 8 mg/100 ml als Schwellenwert zu Hypokalzämie, die er bei 3,7% der schwedischen Rotbunten findet.

Die Parameter Calcium, Phosphor und Ca/P-Verhältnis sind deutlich von den beiden Untersuchungszeitabschnitten beeinflusst. Dabei ist der Calciumwert mit 9,33 mg/100 ml im Winter um ca. 0,6 mg/100 ml niedriger als während des Sommers, der anorganische Phosphorwert im Winter mit 6,05 mg/100 ml um 0,4 mg/100 ml höher als im Sommer.

Dies deckt sich mit den Beobachtungen von A m r o u s i und H o f f m a n n (1970), die im März einen niedrigeren Calcium-Spiegel als im September finden und die diese Ergebnisse auch statistisch absichern ($p < 0,05$).

Der Einfluß der beiden Betriebe auf die Calcium- und anorganischen Phosphorwerte ist signifikant, obwohl die Fütterung und Haltung weitgehend gleichmäßig waren. Der Hauptgrund dieses Einflusses dürfte wohl in der Verfütterung von Schlempe auf Betrieb I liegen, auch wenn das Wirkungsprinzip unklar bleibt.

Nach Korrektur auf Jahreszeit und Betrieb ergibt sich für Calcium ein hochsignifikanter Einfluß der Vattertiere für

die drei Absolutwerte vor bzw. nach dem Kalben und für den relativen Abfall nach dem Kalben.

Daß der Calcium-Blutspiegel in der Gravidität fast gleichbleibend ist und sofort nach der Geburt deutlich abfällt, ist schon lange bekannt und wird hiermit bestätigt. In diesen Untersuchungen zeigt sich, daß schon Erstkalbende sehr ausgeprägt auf gleiche Weise reagieren, und daß die absolute Höhe des Calcium-Spiegels und auch der relative Abfall erblich beeinflusst sind. Um mehr als das 6-fache differieren die Gruppe mit dem größten (10,2%) und die mit dem geringsten Abfall (1,2%).

Auf den anorganischen Phosphor-Spiegel ist der väterliche Einfluß nicht so ausgeprägt; es gibt starke individuelle Schwankungen innerhalb der Nachkommengruppen; die Unterschiede zwischen den Gruppen sind deutlich, aber nicht signifikant ausgeprägt. Vielleicht zeigt sich durch die Uneinheitlichkeit des anorganischen Phosphor-Spiegels seine untergeordnete Rolle für das Entstehen der klassischen Gebärparese oder diese Uneinheitlichkeit weist schon auf das in späteren Laktationen auftretende, unterschiedliche Gebärparesemuster hin, besonders auf das Downer Cow Syndrom, das von H o f f m a n n (1971) beschrieben und auf Hypophosphorämie zurückgeführt wird. Das Verhältnis Ca/P verändert sich von 1,72 : 1 vor der Geburt zu 1,92 : 1 acht bis vierundzwanzig Stunden nach der Geburt und ist signifikant durch die Vätertiere beeinflusst. Die Korrelationen zwischen Calcium und anorganischem

Phosphor, die für die erste und besonders für die zweite Probe eindeutig negativ sind, und insgesamt einheitlich erscheinen, zeigen für die dritte Probe und vor allem für den relativen Abfall sehr unterschiedliche Korrelationskoeffizienten: die Mehrzahl der Gruppen haben sehr niedrige, aber einzelne Gruppen haben recht hohe Korrelationskoeffizienten im negativen oder positiven Bereich.

Gerade bei der dritten Probe und dem relativen Abfall zeigt sich der väterliche Einfluß darin, daß bei einigen Gruppen die Calcium- und anorganischen Phosphorspiegel gleichwertig und bei anderen Gruppen entweder der Calcium- oder der anorganische Phosphorspiegel besonders stark abfallen. Eventuell zeigt sich auch darin ein Hinweis auf das oben erwähnte, unterschiedliche Gebärparesegeschehen.

Der Geburtsverlauf hat keinen Einfluß auf die Calcium- und anorganischen Phosphorwerte nach dem Abkalben.

Der Röhrbeinumfang als allgemeines Maß für den Knochenbau, das Puerperium und Geschlecht, Gewicht und Lebenszustandes des Kalbes stehen in keinem Zusammenhang zu den Calcium- und anorganischen Phosphorwerten.

Eine Beziehung zwischen der Einsatzleistung der Tiere und dem Calcium- und anorganischen Phosphor-Spiegel läßt sich statistisch nicht sichern. Das steht in Einklang mit den

Befunden von C u r t i s et al. (1970), R a u (1973), G l a w i s c h n i g (1975) und G r a f und O s t e r k o r n (1976), die bei Tieren in höheren Laktationen keinen Zusammenhang zwischen Leistung und Gebärpause feststellten.

Diese Untersuchungen fanden an erstkalbenden Tieren statt, was eine direkte Aussage über die Erkrankung "Gebärpauze" nicht zuläßt.

Die deutlichen Unterschiede zwischen den Nachkommengruppen zeigen aber, daß die Calcium- und anorganischen Phosphor-Spiegel genetisch beeinflußt sind.

Die Wiederholbarkeiten der Serumspiegel und der geburtsbedingten Veränderungen von Laktation zu Laktation, die von G r a f und O s t e r k o r n (1976) mit 0,52 (Ca) und 0,31 (Phosphor) berechnet wurden, lassen den Schluß zu, daß die schon bei der ersten Kalbung festgestellten Einflüsse auch in späteren Laktationen wieder in Erscheinung treten.

Die Tiere dieser Untersuchungen in den folgenden Laktationen weiter zu verfolgen, um die bisherige qualitative Aussage zu wiederholen und quantitativ zu verifizieren, ist nicht möglich, da nach der ersten Laktation die Tiere auf viele Betriebe verteilt werden.

Die Bestimmung der Heritabilität der Merkmale "Plasma-spiegel" und "Plasmaspiegelabfall" erfordert ein umfangreicheres Material aus mehreren Beständen.

6. Zusammenfassung

Von November 1976 bis Juli 1977 wurden von 16 Nachkommengruppen von Fleckviehbullen mit insgesamt 237 erstkalbenden Tieren Blutproben entnommen und auf Calcium- und anorganischen Phosphorgehalt untersucht. Zwei Proben wurden vor dem Abkalben und eine Probe 8 - 24 Stunden nach der Geburt entnommen.

Die Calcium- und anorganischen Phosphor-Werte werden signifikant von der Jahreszeit und den Betrieben beeinflusst.

Nach Korrektur auf Jahreszeit und Betrieb bleibt:

1. für den Calcium-Blutplasmaspiegel ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Nachkommengruppen in den drei Absolutwerten und für den relativen Abfall nach dem Abkalben,
2. für den anorganischen Phosphor-Blutplasmaspiegel deutliche Unterschiede zwischen den 16 Gruppen für die drei Proben, die aber nur für die Werte vor dem Abkalben statistisch zu sichern sind,
3. für das Ca/P-Verhältnis ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Nachkommengruppen in den drei Absolutwerten, nicht aber für den relativen Abfall nach der Geburt. Tendenziell wird das Ca/P-Verhältnis nach dem Abkalben deutlich weiter (1,92 : 1; dagegen 1,70 : 1 a.p.), d.h. relativ fällt der anorganische Phosphorspiegel stärker als der Calcium-Spiegel.

Die Korrelationen zwischen Calcium- und anorganischem Phosphor bei der dritten Probe und dem relativen Abfall lassen sehr deutlich den Einfluß der Vatertiere erkennen. Keine Korrelationen konnten gefunden werden:

zwischen Puerperium und Calcium- und anorganischem Phosphorspiegel,

zwischen Röhrbeinumfang und Calcium- und anorganischem Phosphorspiegel,

zwischen Geburtsverlauf und dem Calcium- und anorganischen Phosphorspiegel,

zwischen Zustand des Kalbes bei der Geburt und Calcium- und anorganischem Phosphorspiegel,

zwischen Einsatzleistung und Calcium- und anorganischem Phosphorspiegel.

7. Summary

During the period between November 1976 and July 1977, 16 daughtergroups of Fleckvieh bulls, consisting of 237 cows, calving for the first time, were investigated. For that purpose blood samples were taken from the cows and their calcium and inorganic phosphate values specified. Two samples were taken before calving and one was taken 8 to 24 hours post partum. The calcium and inorganic phosphate values turned out to be significantly influenced by season and farm conditions. The results after elimination of seasonal and farm influence:

1. There are highly significant differences in the Calcium bloodplasm levels of the daughtergroups, manifesting themselves in the three measured absolute values and in the relative decrease of calcium bloodplasm level after calving.
2. There are significant differences between the inorganic phosphate bloodplasm levels of the 16 groups for all three samples. However, only the values of the blood samples before calving show statistically significant differences.
3. There are highly significant differences between the Ca/P- ratios of the daughtergroups for the three absolute values, but not for the relative decrease post partum. The Ca/P- ratio tends to widen distinctly

(1,92 : 1 p.p. Compared to 1,70 : 1 a.p.) i.e. the inorganic phosphate level drops comparatively further than the calcium level.

With the third sample (8 - 24 hours p.p.) and the relative decrease ($\frac{\text{2nd sample} - \text{3rd sample}}{\text{2nd sample}}$ in %) the correlation between calcium and inorganic phosphate shows clearly the influence of the sires.

No correlation could be found:

between puerperium and calcium and inorganic phosphate level

between circumference of metacarpal bone and calcium and inorganic phosphate level

between parturition and calcium and inorganic phosphate level

between condition of calf at the time of birth and calcium and inorganic phosphate level

There is no significant correlation between the average yield of the first three test milkings and the calcium and inorganic phosphate level.

Literaturverzeichnis

AMROUSI, S. EL. und HOFFMANN, W. (1970)

Untersuchungen über das Festliegen von Rindern, 1. Mitteilung DTW 77, Nr. 3, 49-53

ANDERSON, J.J.B., KUO, Y.H., CRACKEL, W.C., TWARDOCK, A.R.
(1970)

Effects of High and Low Dietary Calcium on the Size and Half-Life of the Readily Exchangeable Calcium Pool in Female Goats under two Different Feeding Conditions

In: Parturient Paresis

Academic Press, New York, London, 147-158

ANDERSON, J.J.B., CRACKEL, W.C., ERWIN, B.G., TALMAGE, R.V.
(1973)

Effects of Oestrogen on Calcium and Phosphorus Metabolism

In: Production Disease in Farm Animals

Bailliere Tindall, 172-194

BÄR, H.J., SEIDEL, H., MÜLLER, J. (1970)

Mineral Concentration in the Serum of Clinically Healthy Cattle

Arch.exp.Vet.Med., 24, 889-892

BELL, N.H. (1970)

The Effects of Glucagon, Dibutyryl Cyclic 3'-5-Adenosine Monophosphate and Theophylline on Calcitonin Secretion in Vitro

J.Clin.Invest. 49, 1368-1373

BLACK, H.E. and CAPEN, C.C. (1973)

Plasma Calcitonin-Like Activity and Urinary Adenosine Monophosphate during Pregnancy, Parturition and Lactation in Cows with Parturient Hypocalcemia

Horm.Metab. Res. 5,297-302

BLACK, H.E., CAPEN, C.C., YARRINGTON, J.T. and ROWLAND, G.N.
(1973)

Effects of a High Calcium Prepartal Diet on Calcium Homeostatic Mechanisms in Thyreoid Glands, Bone, and Intestine of Cows

Lab. Invest. 29,437-448

BLENDINGER, W. (1917)

Gedanken zum Kapitel "Ätiologie" der Gebärpause

Münch. Tierärztl. Wschr. 68,556-558

BLOOD, D.L. and HENDERSON, J.A. (1968)

"Veterinary Medicine", 3rd ed.Bailliere

Tindall and Cassel, London

BLUM, J.W. und FISCHER, J.A. (1974 a)

Ätiologie, Pathophysiologie und Prophylaxe der hypocalcaemischen Gebärpause des Rindes - Eine Übersicht

Schweiz. Arch. Tierheilk. 116,12,603-628

BLUM, J.W., FISCHER, J.A., SCHWÖRER, D., HUNZIKER, W. and
BINSWANGER, U. (1974 b)

Acute Parathyroid Hormone Response: Sensitivity, Relationship to Hypocalcemia, and Rapidity

Endocrinol. 95,715-721

BODA, J.M. and COLE, H.H. (1954)

The Influence of Dietary Calcium and Phosphorus on the Incidence of Milk Fever in Dairy Cattle

J.Dairy Sci. 37,360-372

BOEHNCKE, E. (1977)

Zum Calcium- und Phosphorstoffwechsel

Münch.Seminar "Tierernährung" 1977,S.9

BORLE, A. (1973)

Calcium Metabolism at the Cellular Level

Feder.Proc. 32,1944-1950

BORLE,A. (1974)

Calcium and Phosphate Metabolism

Ann.Rev.Physiolog. 36.361-390

BOSTEDT, H. (1972)

Der Einfluß der normalen und der gestörten Geburt auf einige klinisch-chemisch feststellbare Blutparameter bei Rind und Schaf

Habilitationsschrift München

BOSTEDT, H. (1973)

Blutuntersuchungen bei festliegenden Rindern in der früh-puerperalen Periode, I.Mitteilung:Untersuchungen über den Gehalt von Calcium, anorganischem Phosphat und Magnesium im Blutserum festliegender Rinder

Berl.Münch.Tierärztl.Wschr. 86,344-349

BOSTEDT, H. (1974)

Untersuchungen über den Calcium-,anorganischen Phosphat-

und Magnesiumgehalt im Blutserum von Rindern in Abhängigkeit vom Schweregrad der Geburt

Fortschr.Vet.Med. 20,172-178

BRONCHARD, M. (1964)

La prevention de l'hypocalcémie vitulaire

Ann.Zootechn. 13, H1,63-69

BRONSCH, K. (1969)

In:Pathophysiologie der Haustiere

Berlin, Hamburg:Parey

BUTENDIECK, N. (1965)

Untersuchungen in Rinderherden auf Betrieben mit unterschiedlicher Wirtschaftsweise unter besonderer Berücksichtigung des Mineralstoffgehaltes des Blutes und des Bodens sowie der Zwischenkalbezeit

Hannover:Diss.med.vet.

CAPEN, C.C. and YOUNG, D.M. (1967)

The Ultrastructure of the Parathyroid Glands and the Thyroid Parafoollicular Cells of Cows with Parturient Paresis and Hypocalcemia

Lab.Invest. 17,717-737

CARLSTRÖM, G. (1961)

Studies of Parturient Paresis in Dairy Cows

Acta Vet.Scand. 2,330-349

CARLSTRÖM, G. (1970)

Studies on Parturient Paresis in Dairy Cows.

On the Composition and Calcium Binding Capacity of two
Bovine Serum Protein Fractions with Special Regard to
Parturient Paresis

Acta Vet.Scand. 11,89-102

CLARC, J. and RIVERA-CORDERO, F. (1974)

Effects of Endogenous Parathyroid Hormone on Calcium,
Magnesium and Phosphate Metabolism in Rats

II.:Alterations in Dietary Phosphate

Endocrinol. 95,360-369

CURTIS, R.A.,COTE, J.F.and MILLS, J.A. (1970)

An Epizootiological Study of Parturient Paresis

In:Parturient Hypocalcemia

New York,London:Academic Press, 81-85

DRYERRE, H. and GREIG, R. (1925)

Milk Fever:Its Possible Association with Derangements in
the Internal Secretions

Vet.Record,5,225-231

DYRENDahl, J., HENRICSON, B. and JÖNSSON, G. (1970)

Genetical and Statistical Investigations on Parturient
Paresis in Cattle

In:Parturient Hypocalcemia

New York,London:Academic Press, 49-54

DYRENDahl, J., HENRICSON, B. and JÖNSSON, G. (1972)

Clinical Puerperal Paresis and Hypocalcemia in Cattle
A Statistical and Genetical Investigation

Zbl. Vet.Med. 19,8,621-638

EBERHARD, J.G. (1793)

Verhandeling over het Verlossen der koeijen

Amsterdam: Sepp 1793

EHGARTNER, J. (1966)

Der Einfluß des Wetters auf das Auftreten der Gebärparese
beim Rind

Berlin:Diss.med.vet.

EKESBO, I. (1966)

Disease Incidence in Tied and Loose Housed Cattle

Acta Agric. Scand.Suppl.15,1-74

ENDER, F.and DISHINGTON, J.W. (1970)

Etiology and Prevention of Paresis Puerperalis in Dairy
Cows

In:Parturient Hypocalcemia

New York, London:Academic Press

GITELMANN, H.J. (1967)

zitiert nach Technicon Methodenblatt AAI-03

Anal.Biochem. XVIII,521 (1967)

GLAWISCHNIG, E. und MAYR, F. (1975)

Erhebungen über Gebärparese in Österreich

Wiener Tierärztl. Monatsschr. 62,6/8,296-300

GRAF, F. und OSTERKORN, K. (1976)

Individuelle und genetische Einflüsse auf den Serum-
spiegel von Calcium und anorganischem Phosphat bei

kalbenden Hochleistungskühen

Züchtungskunde, 48,4,289-295

GRAVERT, H.O. und SCHRÖDER, E. (1972)

Erhebungen über tierärztliche Hilfe bei Milchkühen

Züchtungskunde, 44,75-79

GÜRTLER, H. (1964)

Ernährungsphysiologische Aspekte zur Ätiologie, Behandlung

und Prophylaxe der Gebärpause der Rinder

Monatshefte f.Vet.med. 19,327-332

HALLGREEN, W. (1940)

Zur Ätiologie und Pathogenese des Gebärkoma beim Rind

Grad.Abhandlung, Glerupska, Lund

HALLGREEN, W. (1962)

Gebärparese, Paresis puerperalis

Intern.Tagung Rinderkrankheiten (Wien 1962)

HALSE, K. (1958)

Apparent Strengthening of Calcium Homeostasis in Cows by

Starving of Short Duration

Nord.Vet.Med. 10,9-16

HARPER, H.A., LÖFFLER, G., PETRIDES, P.E., WEISS, L. (1975)

Physiologische Chemie, eine Einführung in die medizinische

Biochemie für Studierende der Medizin und Ärzte

Berlin, Heidelberg, New York: Springer, Seite 532 - 540

HENDERSON, J.H. (1938)

Observations on Reproduction and Associated Conditions
in a Herd of Dairy Cattle

Cornell Vet. 28,173-194

HIRSCH, P.F. and MUNSON, P.L. (1969)

Thyreocalcitonin

Physiolog.Rev. 49,548-622

HOFFMANN, W. und LANZ, E. (1962)

Zur Klinik und Therapie von Festliegen nach der Geburt,
Gebärparese und Geburtstetanie bei Kühen

Wien.Tierärztl.Mschr. 49,15-23

HOFFMANN, W. (1971)

Über das Festliegen der Rinder

Die blauen Hefte, Okt.1971,305-308

HOFFMANN, B.,SCHAMS, D.,GIMENEZ, T.,ENDER, H.L.

HERMANN, H. and KARG, H. (1973)

Changes of Progesterone, Total Oestrogenes, Corticoide,
Prolactin and LH in Bovine Peripheral Plasma around
Parturition with Special Reference to the Effect of
Exogenous Corticoids and a Prolactin Inhibitor Respectively
Acta Endocrinol. 73,385-395

HOLICK, M.F. and DE LUCA, H.F. (1974)

Vitamin D metabolism

Ann.Rev.Med. 25, 349-367

HURST, R.O.^f (1967)

A Simplified Approach to the Use of Determinate and Calculation of Rate Equations für Complex Enzyme Systems

Can.Jour. of Biochem. XLV,2015(1967)

zitiert nach Technicon Methodenheft AAI-04

JÖNSSON, G. (1960)

On the Etiology and Pathogenesis of Parturient Paresis in Dairy Cows, a Statistical and Morphological Investigation
Acta Agric.Scand.,Suppl. 8,1-78

KELLER, P.,MARTIG, J. and PAULI,B. (1972)

Beitrag zum Verhalten einiger Serumenzyme bei stoffwechselbedingten Geburtsfolgekrankheiten des Rindes

Schweiz.Arch.Tierheilk. 114,3,157-166

KOLB, E. und GÜRTLER, H. (1971)

Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Haustiere
Jena:VEB Gustav Fischer

KRAML, M. (1966)

Zitiert nach Technicon Methodenblatt AAI-04

Clin.Chem.Acta XIII,442

LARVOR, P.,BROCHARD,M. und THERET, M. (1961)

Untersuchung über das Milchfieber und die Weidetetanie der Rinder in Frankreich

Economie et Medicine animale,2,5-38

LAUNER, P. (1967)

Vergleichende Bestimmungen des Serumcalciumspiegels
zwischen der manganometrischen und der complexometrischen
Methode bei klinisch gesunden Rindern unter Berücksichti-
gung des Lebensalters und des Geschlechtes
Leipzig:Diss.med.vet.

LIGEIS, F.,DERIVAU, J.,HENNAUX, L. (1948)

Constantes sanguines des équides, des bovins et du chien
à l' état normal
Ref.Recueil méd.vet. 124,375-376

LITTLE, W.L. and WRIGHT, N.C. (1925)

The Etiology of Milk Fever in Cattle
Vet.Record 5,631-633

LITTLEDIKE, E.T.,ARNAUD, C.D., SCHRÖDER, L. and
JACOBSON, N.L. (1971)

Calcitonin, Parathyroid Hormone and Parturient Hypocalcemia
of Dairy Cows
53rd Meeting Endocrin.Soc.,San Francisco
A 67 Abstract 49

MÄKÄLÄ, A. (1963)

Parturient and Metabolic Disturbances in the Cow and
their Influence upon Milk-Production
J.Scientif.Agric.Soc.Finnland, 35,143-164

MAYER, G.P., RAMBERG, C.F. and KRONFELD, D.S. (1969)

Calcium Homeostasis in the Cow

Clin.Orthopaedics and Related Res., 62, 79-94

MAYER, G.P. (1970)

The Roles of Parathyroid Hormone and Thyreocalcitonin
in Parturient Paresis

In: Parturient Hypocalcemia

New York, London: Academic Press, 177-193

MEYER, H. (1976)

Daten zur Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere

In: Landwirtschaftlicher Kalender

Berlin, Hamburg: Parey, 125. Jahrg.

MOODIE, E.W., MARR, A. and ROBERTSON, A. (1955)

Serum Calcium and Magnesium and Plasma Phosphate Levels
in Normal Parturient Cows

J. Comparat. Pathol. Therap. 65, 20-36

MOODIE, E.W. and ROBERTSON, A. (1962)

Some Aspects of Calcium Metabolism in the Dairy Cow

Res. Vet. Sci. 3, 470-484

OLSEN, P.M. (1974)

Milk Fever and Serum Calcium Values

Dyrslægeforening Medlemsblad, 57, 9, 368-370

OSINGA, A. (1965)

Der insuffiziente Calciumstoffwechsel, seine Beziehungen

zur puerperalen Parese und deren Behandlung

Tschr.Diergeneesk. 90,10,725-735

OSINGA, A. (1972 a)

Calciummetabolisme en kalfziekte

Tschr.Diergeneesk. 97,984-988

OSINGA, A. (1972 b)

Enige beschouwingen over de etiologie en de pathogenese
van kalfziekte

Tschr.Diergeneesk. 97,21,1337-1346

PAYNE, J.M. and LEECH, F.B. (1964)

Factors Effecting Plasma Calcium and Inorganic
Phosphorus Concentrations in the Cow with Particular
Reference to Pregnancy, Lactation and Age

Brit.Vet.J. 120,385-388

PAYNE, J.M. (1970)

Some Recent Work on the Pathogenesis and Prevention
of Milk Fever

In: Parturient Hypocalcemia

New York, London: Academic Press, 1-13

RAU, H. (1973)

Calcium- und Phosphorspiegel im Blutserum klinisch
gesunder und festliegender Kühe des Lehr- und Versuchs-
gutes Oberschleißheim

München: Diss.med.vet.

ROINE, K., ANTTILLA, J., KOKKOLA, P., PYÖRÄLÄ, A. (1973)

Some Clinical and Blood Chemical Data in Parturient
Paresis

Nord.Vet.Med. 25,9,430-435

ROSENBERGER, G. (1960)

In: Richter-Götze, "Tiergeburtshilfe"

Berlin, Hamburg: Parey, 696-697

SCHEUNERT, A. und TRAUTMANN, A. (1976)

Lehrbuch der Veterinärphysiologie

Berlin, Hamburg: Parey

SCHMID, K. (1963)

Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt des Blutserum
in Rinderherden unter Berücksichtigung der chemischen
Mischfutteranalyse

Hannover: Diss.med.vet.

SCHMIDT, J. (1897)

Studium und Versuche über die Ursache und die Behandlung
der Gebärpärese

Monatshefte prakt.Tierheilkunde 9,241-262,289-321

SCHRÖTER, J. und SEIDEL, H. (1976)

Ein Beitrag zur Beziehung zwischen elektrischer Systole
und Hypokalzämie des Rindes

Arch.Exper.Vet.Med. 30,4,397-400

SHIRLEY, R.L., EASLEY, J.F., MC.CALL, J.T., DAVIS, G.K.,
KIRK, W.G. and HODGES, E.M. (1968)

J. Animal Sci. 27,3,757-765

SIMESSEN, E. (1974)

The Relationship between Weather and Incidence of
Parturient Paresis and Mastitis in Dairy Cows

Nord.Vet.Med. 26,6,382-386

SJOLLEMA, B. (1933)

Stoffwechselstörungen des Rindes

Nutr.Abstr.Rev. 1,621-631

SOMMER, H., ALLAM, F. und ZIMMERMANN, E. (1973)

Untersuchungen zur Pansenmotorik der Milchkuh

Berl.Münch.Tierärztl.Wschr. 86,265-266

STAHL, W., RASCH, D., ŠIL^ˇER, R. und VÁCHAL, J. (1969)

Populationsgenetik für Tierzüchter

Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag

STÖBER, M. (1970)

Hypokalzämische Gebärlähmung (Milch- oder Kalbiefieber)

In: Krankheiten des Rindes

Berlin, Hamburg: Parey, 1009 - 1024

UNSELM, J., und FLOCK, D. (1967)

Die Konzentration des anorganischen Phosphors und die
Aktivität der alkalischen Phosphatase im Blutplasma
von Rindern in Abhängigkeit vom Alter und anderen
Einflußgrößen

Zbl.Vet.Med. 14,528

UNSELM, J. und RAPPEN, W.H. (1968)

Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen
von Blutbestandteilen beim Rind, 1. Mitteilung

Zbl.Vet.Med. 15,5,418-437

VAGG, M.J. and PAYNE, J.M. (1970)

The Effects of Ammonium Chloride Induced Acidosis on
Calcium Metabolism in Ruminants

Brit.Vet.J. 126,531-537

VAN MEURS, G.K. (1971)

De dosering bij de behandeling van melkziekte bij het
rund

Tijdschr.Diergeneesk. 96,24,1649-1653

WEBER, E. (1972)

Grundriß der biologischen Statistik, 7. Auflage
Stuttgart:Fischer

WIESNER, E. (1970)

Ernährungsschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere
Jena:VEB Gustav Fischer

WILLOUGHBY, R.A., BUTLER, D.G., COTE, J.F. and CURTIS, R.A.
(1970)

A Study of Clinical and Meteoriological Data in

Parturient Paresis in Cattle

In: Parturient Hypocalcemia

New York, London: Academic Press, 237-247

YOUNG, D.M., CAPEN, C.C. and BLACK, H.E. (1970)

Effects of a Calcium Deficient Diet and Vitamin D on

Thyreocalcitonin in Cows

Endocrinol. 90, 276-280

Herrn Professor Dr. H. K R Ä U ß L I C H möchte ich zum Schluß meiner Arbeit für die Überlassung des Themas und die mir gewährte Unterstützung meinen Dank aussprechen.

Desgleichen bin ich Herrn Dr. F. G R A F für die am Autoanalyser durchgeführten Untersuchungen und die mir erwiesene Hilfsbereitschaft zu Dank verpflichtet.

Herrn Dr. K. O S T E R K O R N gilt mein Dank für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Der Niederbayerischen Besamungsstation Landshut-Pocking danke ich für die Ermöglichung der Untersuchungen an ihrem Tiermaterial und für das Überlassen ihres Datenmaterials.

Lebenslauf

Am 16. April 1948 wurde ich als Sohn des Landwirtes Johann Tenhumberg und seiner Frau Maria geb. Wisseling in Alstätte/Kreis Ahaus geboren.

Nach Besuch der Volksschule in Lünten von 1954 bis 1958, des Progymnasiums Vreden von 1958 bis 1960 und des Nepomuk-Gymnasiums in Coesfeld von 1960 bis 1963 besuchte ich das Gymnasium Paulinum in Münster bis 1968.

Dort legte ich im Mai 1968 die Reifeprüfung ab. Den Wehrdienst leistete ich von 1968 bis 1970 ab. Zum

Sommersemester 1970 erfolgte meine Immatrikulation an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München.

Die Tierärztliche Prüfung bestand ich am 3. November 1975.

Die Bestallung als Tierarzt erhielt ich am 18.2.1976.

